



Análise e melhoria dos processos de produção de uma empresa do setor da mobilidade

RUI ALBERTO CARVALHO PENA

outubro de 2019

ANÁLISE E MELHORIA DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DO SETOR DA MOBILIDADE ELÉTRICA

Rui Alberto Carvalho Pena
1120712

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

ANÁLISE E MELHORIA DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DO SETOR DA MOBILIDADE ELÉTRICA

Rui Alberto Carvalho Pena
1120712

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

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Professor Doutor Venceslau Manuel Magalhães Correia

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Professora Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos

Professora Auxiliar, Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo, Universidade de Aveiro

AGRADECIMENTOS

Durante a realização desta dissertação, foram várias as pessoas que contribuíram, de forma direta ou indireta, para conseguir alcançar a conclusão de mais uma etapa no meu percurso académico e profissional.

Gostaria de expressar a minha gratidão à Efacec Electric Mobility, S.A. pela oportunidade de realizar o estágio nas suas instalações e desta forma, desenvolver capacidades num mercado competitivo e em crescimento. Ao meu orientador na empresa, Francisco Gonçalves, pelo conhecimento transmitido ao longo do estágio e pelas ideias que se mostraram cruciais para a realização do trabalho. Ao resto da equipa do departamento de Engenharia de Processos, pelas trocas de ideias e apoio constante.

Um muito obrigado ao Professor Doutor Luís Pinto Ferreira, meu orientador, pela paciência e capacidade de motivação demonstrada ao longo do semestre, mostrando apoio em alturas de maior desmotivação e incerteza.

Por fim, gostaria de agradecer à minha família, em particular aos meus pais, Carlos e Noémia, pelo incansável apoio e conselhos transmitidos ao longo da vida. À minha irmã Margarida, pelos momentos de diversão que me proporcionou e por ser um exemplo de profissionalismo que espero replicar. À Bia, por nunca duvidar de mim e por todas as conversas, conselhos, e sobretudo, pelos momentos de lazer que me proporcionou, fazendo-me ver o que realmente importa na vida. Por último, um muito obrigado aos meus amigos David, José e João Pedro pelas inúmeras gargalhadas partilhadas e pela capacidade de me alegrar nos momentos mais complicados.

PALAVRAS CHAVE

Lean Manufacturing; Melhoria de processos; 5S; Controlo de produção.

RESUMO

Com o aumento da competitividade no mundo industrial, torna-se imperativo para as empresas terem a capacidade de se adaptar às necessidades dos clientes e sobreviver num ambiente em constante evolução. Para isso, surge a necessidade de produzir mais a um custo menor. Através do apoio do pensamento *Lean*, é possível tomar ações de melhoria que possibilitam a redução de desperdícios industriais e foco no valor do produto pretendido pelo cliente.

Com o intuito de dar resposta ao aumento de encomendas da Efacec Electric Mobility, S.A., desenvolveu-se o presente projeto focado nas linhas de produção da serralharia e cablagem, responsáveis pelo fornecimento de calhas e cabos às linhas de montagem dos carregadores de veículos elétricos. O trabalho desenvolvido tem como objetivo melhorar os processos de produção de ambas as secções e proporcionar um melhor ambiente de trabalho aos seus colaboradores com base na filosofia *Lean*. Após análise dos processos produtivos, foram detetadas oportunidades de melhoria e delineadas ações para as atingir.

Procurando atacar os problemas identificados foram propostas ações de melhoria, como: eliminação de processos produtivos desnecessários no corte de calhas PVC, organização da secção da serralharia com base na metodologia 5S, implementação de controlo de produção da serralharia regulado por *kanbans* e elaboração de procedimentos operacionais de apoio à produção. Quanto à secção da cablagem, organizou-se o supermercado de matéria-prima, implementaram-se procedimentos de abastecimento de cablagem ao armazém e ao supermercado, elaborou-se um quadro de controlo produtivo e reduziu-se a variabilidade de cabos culminando na aquisição de uma máquina automática de corte e cravação de cabos.

Após implementadas as ações foi possível reduzir o tempo de ciclo do corte de calhas PVC em 82,1%, calhas DIN em 38,2% e redução da mão de obra em 50%; implementar uma linha de produção organizada e focada no essencial para o operador com toda a informação necessária para apoiar e regular a produção. Na secção da cablagem, conseguiu-se garantir *stock* de todas as referências, reduzir o tempo de *changeover* do corte em 14,9% e reduzir a variabilidade de referências em 24,5%.

KEYWORDS

Lean Manufacturing; Process improvement; 5S; Production control.

ABSTRACT

With increasing competitiveness in the industrial world, it's imperative for companies to be able to adapt to customer needs and survive in a constantly evolving environment. Therefore, arises the need to produce more at a lower cost. Through the support of Lean thinking, it's possible to take improvement actions that enable the reduction of industrial waste and focus on the customer's desired product value.

In order to respond to the increase in orders from Efacec Electric Mobility, S.A., the present project was developed focusing on the production lines of locksmith and wiring, responsible for supplying rails and wires to the assembly lines of electric vehicle chargers. The work developed aims to improve the production processes of both sections and provide a better working environment for its employees based on the Lean philosophy. After analyzing the production processes, opportunities for improvement were detected and actions were outlined to reach them. In order to resolve the identified problems, improvement actions have been proposed, such as: elimination of unnecessary productive processes in PVC rail cutting, organization of the locksmith section based on the 5S methodology, implementation of a kanban-regulated production control in the locksmith section and elaboration of operational standards for production support. As for the wiring section, the raw material supermarket was organized, was implemented a procedure to supply wire to the warehouse and supermarket, a production control board was elaborated and the cable variability was reduced, culminating in the acquisition of an automatic cable cutting and crimping machine.

After the actions were implemented, it was possible to reduce the cycle time of cutting PVC rails by 82,1%, DIN rails by 38,2% and reducing labor by 50%; implement an operator-focused and organized production line with all the information needed to support and regulate production. In the wiring section, it was possible to guarantee stock of all references, reduce changeover time of the cutting process by 14,9% and reduce reference variability by 24,5%.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

5W2H	<i>5 Whys + 2 Hows</i>
AC	<i>Alternating Current</i>
CCS	<i>Combined Charging System</i>
CHAdEMO	<i>CHARge de MOve</i>
DC	<i>Direct Current</i>
EEM	Efacec Electric Mobility
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FIFO	<i>First In First Out</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	<i>Just In Time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LLB	<i>Lean Line Balancing</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSD	<i>Value Stream Design</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work In Progress</i>

Lista de Unidades

h	Hora
kVA	Quilovolt-ampere
kW	Quilowatt
mm	Milímetros

Lista de Símbolos

\$	Dólar
€	Euro
%	Porcentagem

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5S	Cinco termos japoneses (<i>seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke</i>) aplicados num posto de trabalho para criar um ambiente harmonioso, com controlo visual e <i>Lean</i> .
<i>Bottleneck</i>	Ponto de estrangulamento de um processo produtivo que estabelece o limite do sistema.
<i>Changeover</i>	Alteração de ferramentas ou matéria-prima num processo produtivo.
<i>Cycle Time</i>	Tempo necessário a completar um ciclo de uma operação.
<i>FIFO</i>	Metodologia de gestão de <i>stock</i> que dita que o primeiro a entrar será o primeiro a sair.
<i>Head Count</i>	Total de colaboradores a trabalhar num local específico.
<i>High Runner</i>	Artigo com maior procura.
<i>Just In Time</i>	Sistema que garante a produção e entrega dos artigos certos, no tempo certo e na quantidade certa.
<i>Kaizen</i>	Melhoria contínua de uma atividade para garantir acréscimo de valor, reduzindo desperdícios.
<i>Kanban</i>	Pequeno cartão que regula o fluxo de bens ao longo do processo de fabrico.
<i>Lead Time</i>	Tempo total para executar uma tarefa. É composto por tempo útil e tempo não produtivo.
<i>Modus Operandi</i>	Modo de operação.
<i>Muda</i>	Desperdício. Atividade que consome recursos, mas não produz valor.
<i>Poka-Yoke</i>	Dispositivo ou procedimento à prova de erros.
<i>Pull System</i>	Sistema produtivo regulado pelo cliente que puxa a produção de acordo com a procura real, evitando a criação de <i>stocks</i> .
<i>Standard</i>	Normalizar, padronizar.
<i>Stock</i>	Inventário.
<i>Takt Time</i>	Tempo disponível de produção de acordo com a sua procura.
Tempo de Abertura	Tempo disponível de produção para um determinado turno.
<i>VSM</i>	Identificação das atividades ao longo de um fluxo de valor.
<i>WIP</i>	Artigo inacabado à espera de conclusão.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - CICLO DA METODOLOGIA ACTION-RESEARCH, ADAPTADO DE (SUSMAN & EVERED, 1978).	29
FIGURA 2 - INSTALAÇÕES DA EFACEC ELECTRIC MOBILITY, S.A..	31
FIGURA 3 - CASA TOYOTA PRODUCTION SYSTEM, ADAPTADO DE (HERRMANN, THIEDE, STEHR, & BERGMANN, 2008).	48
FIGURA 4 - FASES DA METODOLOGIA 5S, ADAPTADO DE (SHARMA ET AL., 2019).	52
FIGURA 5 - EXEMPLO DE CALHA PVC E DIN, RESPETIVAMENTE.	59
FIGURA 6 - GUILHOTINA PARA CORTE DE CALHAS PVC.	60
FIGURA 7 - EXEMPLO DE GABARI UTILIZADO PARA EXECUTAR A MARCAÇÃO DAS CALHAS.	60
FIGURA 8 - BERBEQUIM DE COLUNA PARA EFETUAR A FURAÇÃO DA CALHA.	61
FIGURA 9 - TAREFAS DO ÚLTIMO PROCESSO PRINCIPAL - CORTE DE DENTES DA CALHA PLÁSTICA.	61
FIGURA 10 - FERRAMENTA DE CORTE DE CALHAS DIN.	62
FIGURA 11 - ORIFÍCIOS PARA CORTE (EM CIMA) E FURAÇÃO (EM BAIXO).	62
FIGURA 12 - UNIÃO DAS CALHAS DIN ATRAVÉS DE UMA ABRAÇADEIRA PLÁSTICA.	62
FIGURA 13 - KOMAX KAPPA 330.	63
FIGURA 14 - CABO COM MARCAÇÃO E DESCARNE.	63
FIGURA 15 – MÁQUINA DE CRAVAÇÃO SEMIAUTOMÁTICA: PHOENIX CONTACT CF500.	64
FIGURA 16 - CABO COM PONTEIRA CRAVADA.	64
FIGURA 17 - FURAÇÃO <i>STANDARD</i> NAS CALHAS PVC.	65
FIGURA 18 - FERRAMENTA COM A GUIA DESGASTADA.	74
FIGURA 19 - FERRAMENTA COM O POSTIÇO EM AÇO NITRURADO.	74
FIGURA 20 - NOVO PUNÇÃO MAQUINADO (EM CIMA) E PUNÇÃO DESGASTADO (EM BAIXO).	74
FIGURA 21 - FERRAMENTA COM FITA MÉTRICA DESGASTADA.	74
FIGURA 22 - FERRAMENTA COM NOVA FITA MÉTRICA.	74
FIGURA 23 - QUANTIDADE DE CALHAS DIN E PVC POR CARREGADOR.	76
FIGURA 24 - ANÁLISE ABC À PROCURA DE CARREGADORES DE VEÍCULOS ELÉTRICOS EEM.	76
FIGURA 25 - TEMPO TOTAL DE PRODUÇÃO E OCUPAÇÃO ANTES (À ESQUERDA) E APÓS MELHORIAS (À DIREITA).	77
FIGURA 26 - IDENTIFICAÇÃO DE OBJETOS EXCEDENTÁRIOS NA SERRALHARIA.	78
FIGURA 27 - TUBO DE CARTÃO PARA TRANSPORTE DE CALHAS.	79
FIGURA 28 - DISPOSIÇÃO DAS CALHAS DIN ANTES DAS ALTERAÇÕES.	80
FIGURA 29 - SUPERMERCADO DE MATÉRIA-PRIMA APÓS EVENTO <i>KAIZEN</i> .	80
FIGURA 30 - EXEMPLO DE KANBAN DA MATÉRIA-PRIMA NA SERRALHARIA.	81
FIGURA 31 - DISPOSIÇÃO DA FERRAMENTA DE CORTE DE CALHAS PVC.	81
FIGURA 32 - DISPOSIÇÃO DA FERRAMENTA DE CORTE DE CALHAS DIN.	81
FIGURA 33 - SUPERMERCADO DE PRODUTO CONCLUÍDO NA SERRALHARIA.	82
FIGURA 34 - SERRALHARIA: VISTA DA FRENTE.	82
FIGURA 35 - SERRALHARIA: VISTA LATERAL.	83
FIGURA 36 - SERRALHARIA: VISTA TRASEIRA.	83
FIGURA 37 - CONTROLO DA CHECKLIST DOS 6S NA SERRALHARIA.	84

FIGURA 38 - KANBAN DE PRODUÇÃO DE CALHAS PARA UM QC45.	85
FIGURA 39 - RECIPIENTE PARA KANBANS DE PRODUÇÃO NA SERRALHARIA.	85
FIGURA 40 - EXEMPLO DA ESTRUTURA DE UM PROCEDIMENTO OPERACIONAL DA SERRALHARIA.	86
FIGURA 41 - SUPERMERCADO DE MATÉRIA-PRIMA ANTES DE IMPLEMENTAR MELHORIAS.	88
FIGURA 42 - EXEMPLO DE ETIQUETA DA CABLAGEM, PROVENIENTE DO FORNECEDOR.	88
FIGURA 43 - SUPERMERCADO DE MATÉRIA-PRIMA APÓS IMPLEMENTAR MELHORIAS.	89
FIGURA 44 - EXEMPLO DE KANBAN UTILIZADO NO SUPERMERCADO.	89
FIGURA 45 - EXCERTO DA FERRAMENTA PARA CALCULAR O NÍVEL DE REPOSIÇÃO DA CABLAGEM.	92
FIGURA 46 - ESTANTE DEDICADA AO ARMAZENAMENTO DOS CONIPACKS.	93
FIGURA 47 - EXEMPLO DE KANBAN UTILIZADO NOS CONIPACKS.	94
FIGURA 48 - RECIPIENTE PARA KANBANS NO SUPERMERCADO.	94
FIGURA 49 - RECIPIENTE PARA KANBANS NO ARMAZÉM.	95
FIGURA 50 - EXEMPLO DE KANBANS NO ARMAZÉM. À ESQUERDA, CARTÃO FIXO PARA INDICAR A REFERÊNCIA, À DIREITA, CARTÃO AMOVÍVEL PARA GERAR ENCOMENDA.	95
FIGURA 51 - RECIPIENTE DEDICADO AOS KANBANS DE ENCOMENDA.	96
FIGURA 52 . RECIPIENTE DEDICADO À RECEÇÃO DE CABLAGEM.	97
FIGURA 53 - QUADRO DE CONTROLO DA PRODUÇÃO.	98
FIGURA 54 - PRIMEIRA SECÇÃO DO QUADRO DA CRAVAÇÃO.	99
FIGURA 55 - SEGUNDA SECÇÃO DO QUADRO DA CRAVAÇÃO.	99
FIGURA 56 - EXEMPLOS DE CARTÕES DE PRODUÇÃO DO QUADRO DA CRAVAÇÃO.	100
FIGURA 57 - TERCEIRA SECÇÃO DO QUADRO DA CRAVAÇÃO.	100
FIGURA 58 - QUADRO COM CONTROLO 5S POR BANCADA, 6S E PLANO DE AÇÕES.	102
FIGURA 59 - KOMAX ZETA 640 (FONTE: KOMAX, 2019).	102
FIGURA 60 - CABLAGEM COM COMPACTAÇÃO ULTRASSÓNICA.	103
FIGURA 61 - PERCENTAGENS DA TOTALIDADE DE CABLAGEM DOS CARREGADORES POR SECÇÃO.	104
FIGURA 62 - PERCENTAGENS DA TOTALIDADE DE CABLAGEM DOS CARREGADORES POR INTERVALOS DE COMPRIMENTO.	105

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - FASES DA INVESTIGAÇÃO DO PROJETO, SEGUNDA A METODOLOGIA <i>ACTION-RESEARCH</i> .	29
TABELA 2 - CATÁLOGO EEM, RESPECTIVA CATEGORIA E <i>OUTPUT</i> .	32
TABELA 3 - REVISÃO DA LITERATURA RELATIVA A ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS.	39
TABELA 4 - OS 5 PRINCÍPIOS DA METODOLOGIA LEAN.	46
TABELA 5 - OS SETE PRINCIPAIS DESPERDÍCIOS, ADAPTADO DE (HINES & RICH, 1997).	49
TABELA 6 - DEFINIÇÃO DOS 5S, ADAPTADO DE (SHARMA, SHUKLA, & SHARMA, 2019).	51
TABELA 7 - OPORTUNIDADES DE MELHORIA NOS PROCESSOS EM ESTUDO.	64
TABELA 8 - PROPOSTAS DE MELHORIA DOS PROCESSOS DA SERRALHARIA E CABLAGEM.	69
TABELA 9 - TAREFAS E RESPETIVOS TEMPOS DE EXECUÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE CALHAS PVC.	70
TABELA 10 - TAREFAS E RESPETIVOS TEMPOS DE EXECUÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE CALHAS PVC APÓS IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS.	71
TABELA 11 - TAREFAS E RESPETIVOS TEMPOS DE EXECUÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE CALHAS DIN.	73
TABELA 12 - TAREFAS E RESPETIVOS TEMPOS DE EXECUÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE CALHAS DIN APÓS ALTERAÇÕES MECÂNICAS.	75
TABELA 13 - PRESSUPOSTOS PARA ANÁLISE DO <i>HEAD COUNT</i> DA SERRALHARIA.	77
TABELA 14 - DEFINIÇÃO DA PRODUÇÃO SEMANAL PARA CÁLCULO DOS CONSUMOS DE CABOS.	91
TABELA 15 - ANÁLISE AOS RESULTADOS OBTIDOS APÓS IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS.	106
TABELA 16 - ESTADO DE IMPLEMENTAÇÃO DOS PRINCIPAIS CONTRIBUTOS DO PROJETO.	111

ÍNDICE

RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	XIII
GLOSSÁRIO DE TERMOS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABELAS	XIX
1 INTRODUÇÃO	27
1.1 Enquadramento do trabalho	27
1.2 Objetivos do trabalho	28
1.3 Metodologia de investigação	28
1.4 Apresentação da empresa	30
1.4.1 Unidades de negócio	30
1.4.2 Visão, Missão e Valores	30
1.4.3 Efacec Electric Mobility	31
1.4.4 Catálogo EEM.....	31
1.5 Conteúdo e organização da dissertação	35
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	39
2.1 Análise e melhoria de processos	39
2.2 Lean Manufacturing.....	46
2.2.1 Origens do TPS	47
2.2.2 Os Pilares do TPS.....	47
2.3 Muda.....	49
2.4 Ferramentas <i>Lean</i>	50
2.4.1 5S.....	51
2.4.2 Kaizen	52

2.4.3	Gestão Visual	53
2.4.4	Standard Work	54
2.4.5	Kanban.....	55
2.5	Análise ABC	56
3	ANÁLISE E MELHORIA DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO.....	59
3.1	Análise e mapeamento dos processos.....	59
3.1.1	Processos produtivos da serralharia	59
3.1.2	Processos produtivos da cablagem	63
3.2	Identificação de problemas.....	64
3.2.1	Existência de processos desnecessários	65
3.2.2	Desorganização do espaço.....	65
3.2.3	Ocorrência de sobreprodução	66
3.2.4	Inexistência de documentação de apoio à produção.....	66
3.2.5	Desorganização do supermercado	67
3.2.6	Paragens por falta de material.....	67
3.2.7	Inexistência de controlo de produção	68
3.2.8	Dificuldade em satisfazer as crescentes necessidades das linhas de montagem.....	68
3.3	Proposta de melhoria de processos.....	69
3.3.1	Redefinição dos processos produtivos	69
3.3.2	Aplicação da ferramenta 5S.....	78
3.3.3	Regulação da produção através de <i>kanbans</i>	84
3.3.4	Elaboração de procedimentos operacionais.....	86
3.3.5	Organização e identificação da matéria-prima	87
3.3.6	Cálculo dos consumos e estabelecimento de processos de abastecimento à cablagem	90
3.3.7	Implementação de um quadro de controlo com ordens de produção e KPIs.....	97
3.3.8	Estudo de aquisição de uma máquina automática de corte e cravação.....	102
3.4	Análise de resultados.....	105
4	CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	111
4.1	CONCLUSÕES.....	111
4.2	TRABALHO FUTURO	112
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
	APÊNDICES.....	127
	Apêndice A. Amostragem para cálculo do tempo de ciclo da serralharia	127

Apêndice A.1. Amostragem para o tempo de ciclo das calhas PVC	127
Apêndice A.2. Amostragem do tempo de ciclo das calhas PVC após melhorias.....	127
Apêndice A.3. Amostragem do tempo de ciclo das calhas DIN	127
Apêndice A.4. Amostragem do tempo de ciclo das calhas DIN após melhorias	128
Apêndice A.5. Amostragem do tempo de colocação de abraçadeira num conjunto de calhas DIN ...	128
Apêndice B. Checklist dos 6S da área da serralharia	129
Apêndice C. Standards Operacionais – Serralharia	130
Apêndice C.1. Standard Operacional – QC45	130
Apêndice C.2. Standard Operacional – HV160	134
Apêndice C.3. Standard Operacional – HV175	138
Apêndice C.4. Standard Operacional – KIOSK HV175	142
Apêndice C.5. Standard Operacional – KIOSK HV160	146
Apêndice C.6. Standard Operacional – QC90B	150
Apêndice C.7. Standard Operacional – QC150B	154
Apêndice C.8. Standard Operacional – QC20	158
Apêndice C.9. Standard Operacional – QC40B	162
Apêndice C.10. Standard Operacional – Public Charger.....	166
Apêndice C.11. Standard Operacional – Pole Mount.....	170
Apêndice C.12. Standard Operacional – Homecharger 3/7.....	173
Apêndice C.13. Standard Operacional – Homecharger 11/22.....	176
Apêndice C.14. Standard Operacional – QC24S.....	179
Apêndice D. Amostragem para cálculo do tempo de <i>changeover</i> na Komax	182
Apêndice D.1. Amostragem do tempo de <i>changeover</i> na Komax	182
Apêndice D.2. Amostragem do tempo de <i>changeover</i> na Komax após melhorias	182
Apêndice E. Ferramenta para calcular nível de reposição da cablagem.....	183
Apêndice F. Checklist dos 6S da área da cravação	184

1. INTRODUÇÃO

- 1.1 Enquadramento do trabalho
- 1.2 Objetivos do trabalho
- 1.3 Metodologia de investigação
- 1.4 Apresentação da empresa
- 1.5 Conteúdo e organização da dissertação

1 INTRODUÇÃO

No âmbito da unidade curricular Dissertação / Projeto / Estágio, do Mestrado em Engenharia Mecânica, no ramo Gestão Industrial pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), surge a presente dissertação de mestrado. Foi proposto ao discente a realização de um estágio, durante o período de novembro de 2018 a julho de 2019, numa empresa de fabrico de carregadores para veículos elétricos.

Durante o estágio foram aplicadas ferramentas *Lean* com o intuito de obter melhorias nos processos produtivos.

O presente capítulo aborda o enquadramento do trabalho, os objetivos traçados para o projeto, a metodologia de investigação imprescindível para a elaboração deste projeto, a organização do relatório e a apresentação da empresa que tornou possível a realização do estágio.

1.1 Enquadramento do trabalho

Com o aumento exponencial da competitividade no setor industrial, o foco nos produtos e na inovação de processos torna-se imprescindível para assegurar a sua qualidade e o baixo custo (Rosa, Silva, Ferreira, Pereira, & Gouveia, 2018). Consequentemente, um dos grandes dilemas que as empresas enfrentam diariamente consiste no aumento da produtividade. Na tentativa de obter melhorias produtivas, os fabricantes visam reduzir o *lead time* e os desperdícios produtivos (Azizi & Manoharan, 2015).

Uma vez que o universo da mobilidade elétrica se encontra com um crescimento vertiginoso, é fundamental otimizar todos os processos administrativos e produtivos para a empresa se manter relevante no mercado e conseguir vingar pela qualidade, inovação e satisfação dos clientes.

É neste contexto de melhoria contínua que surge a oportunidade de estagiar na Efacec Electric Mobility, S.A. (EEM), mais concretamente na secção da serralharia e cablagem. Com o constante aumento de encomendas de clientes, urge encontrar soluções para otimizar os processos produtivos e elevar a produtividade e eficiência, de forma a assegurar as necessidades do mercado.

Devido à sua tenra idade, a fábrica ainda dispõe de diversas oportunidades de melhoria que têm de ser colmatadas de forma a permitir o seu crescimento no panorama internacional. É em algumas dessas oportunidades de melhoria que o presente relatório se irá incidir.

1.2 Objetivos do trabalho

O presente projeto nasce da necessidade de implementar uma cultura *Lean* numa empresa que demonstra dificuldades a adaptar-se ao crescimento a que tem sido sujeita. Verificam-se maus hábitos operacionais e pouco rigor, o que torna imperativo uma mudança de paradigma dentro da fábrica para se conseguir atingir os resultados propostos.

O projeto pretende atuar em duas áreas que carecem de melhorias para se conseguirem adaptar às necessidades crescentes das linhas de montagem. Essas áreas são a serralharia e a cablagem e são responsáveis por abastecer calhas plásticas (PVC) e metálicas (DIN), e cabos às linhas de produção. Sempre com o pensamento *Lean* em mente, procura-se arranjar soluções para os problemas detetados com vista a aumentar a produtividade, eficiência e bem-estar dos colaboradores.

Para tal, definiu-se como objetivos no desenvolvimento do trabalho:

- Análise dos processos produtivos da serralharia e cablagem;
- Eliminar processos que não acrescentam valor, reduzindo o tempo de ciclo;
- Organização do setor produtivo;
- Criar sistema de controlo de produção;
- Elaboração de procedimentos operacionais de apoio à produção;
- Organização do supermercado de matéria-prima;
- Elaboração de ferramenta para cálculo de consumo de cabos e estabelecimento de procedimentos de abastecimento de material ao armazém e à cablagem;
- Implementação de um sistema de controlo de produção na área da cravação na cablagem;
- Reduzir a variabilidade de cabos, permitindo a aquisição de uma máquina automática de corte e cravação de cabos.

Qualquer objetivo a que o trabalho se propõe parte do intuito de tentar instalar a filosofia *Lean* em todos os setores e pessoas envolvidas. Para o conseguir, pretende-se obter evidências qualitativas e quantitativas para apoiar as melhorias implementadas.

1.3 Metodologia de investigação

Tendo em conta a natureza dos problemas encontrados na indústria e a necessidade de uma intervenção direta para os resolver, segue-se, nesta dissertação, uma metodologia de investigação baseada na *Action-Research*.

Esta metodologia tornou-se bastante reconhecida entre investigadores pela sua capacidade de envolver todos os intervenientes em torno da resolução de um problema de real importância para todos (Eden & Huxham, 1996). O que a distingue das demais metodologias é a sua componente prática, uma vez que se caracteriza como investigação em ação, em vez de investigação sobre a ação (Coughlan & Coughlan, 2002).

A metodologia *Action-Research* pode ser implementada num projeto através de um ciclo constituído por cinco fases principais (figura 1) (Susman & Evered, 1978):

1. **Diagnóstico:** identificação ou definição do problema;
2. **Planeamento de ações:** definição de um conjunto de ações com vista à resolução dos problemas detetados;
3. **Implementação de ações:** implementar o plano de ações definido na fase anterior;
4. **Avaliação:** análise das consequências das ações implementadas;
5. **Conclusões:** análise aos resultados obtidos e ao que se aprendeu na implementação da metodologia.



Figura 1 - Ciclo da metodologia *Action-Research*, adaptado de (Susman & Evered, 1978).

Esta metodologia insere-se no contexto deste projeto da seguinte forma, descrita na tabela 1.

Tabela 1 - Fases da investigação do projeto, segunda a metodologia *Action-Research*.

Fase	Descrição
Diagnóstico	Análise dos problemas detetados e recolha de dados
Planeamento de ações	Identificação das ações a implementar para obter melhorias
Implementação de ações	Pôr em prática as ações planeadas, com vista a resolução dos problemas

Avaliação	Análise aos resultados obtidos na fase de implementação
Conclusões	Identificar as alterações resultantes das melhorias implementadas e análise da aprendizagem e dificuldades obtidas ao longo da investigação

1.4 Apresentação da empresa

1.4.1 Unidades de negócio

A Efacec é uma empresa portuguesa, cuja marca conta com 70 anos de história. Tem um perfil altamente exportador e tem negócios em mais de 65 países. Prima pela inovação tecnológica e por estar focada para superar os desafios da era moderna, podendo ser considerada uma das maiores empresas industriais portuguesas.

Atualmente, com o nome de Efacec Power Solutions, conta com várias unidades de negócio orientadas para o desenvolvimento de produtos e sistemas capazes de impactar inúmeros setores da atividade económica (Efacec, 2019). Neste momento conta com várias unidades de negócio, inseridas em três principais setores, sendo eles:

- **Produtos de energia:** Transformadores, Aparelhagem, *Service* e Automação;
- **Sistemas:** Energia, Ambiente & Indústria e Transportes;
- **Mobilidade:** Mobilidade Elétrica.

As unidades de negócio encontram-se situadas na Arroteia, Maia e Oeiras.

1.4.2 Visão, Missão e Valores

Todas as unidades referidas anteriormente partilham a mesma visão, missão e valores uma vez que são transversais a qualquer área de intervenção da Efacec.

Quanto à visão, a empresa procura “antecipar soluções para um mundo sustentável na nova Era energética”. A sua missão passa por apresentar soluções que criem valor no quotidiano das pessoas através da inovação tecnológica, focando sempre no desenvolvimento dos colaboradores e na melhoria contínua. Os valores da empresa orientam-se para o sucesso dos parceiros através da superação de desafios, garantia de excelência e resultados, promovendo sempre a aprendizagem e adaptação para o mundo competitivo (Efacec, 2019).

1.4.3 Efacec Electric Mobility

É na unidade de negócio da Mobilidade Elétrica que se insere a presente dissertação. Sendo a mais recente unidade da empresa ainda se encontra no processo natural de crescimento, onde emergem diversas oportunidades de melhoria nas mais variadas secções da fábrica e nas áreas administrativas.

Destacando-se da concorrência pela adaptação às necessidades dos clientes, ao invés de apresentar apenas produtos *standard*, a empresa tem vindo a crescer significativamente nos últimos anos, devido ao aumento de encomendas e de parceiros comerciais. Em 2018, atingiu-se um recorde de faturação na empresa, conseguindo triplicar os valores do ano anterior e as previsões para o presente ano são de duplicar os de 2018.

As instalações estão situadas na zona industrial da Maia, o que garante uma localização favorável, uma vez que se encontra a poucos quilómetros do aeroporto Francisco Sá Carneiro e de portos de mar. A sua localização estratégica também permite a acessibilidade de relações com vários fornecedores situados nas proximidades da zona industrial.



Figura 2 - Instalações da Efacec Electric Mobility, S.A..

1.4.4 Catálogo EEM





A Efacec apresenta um catálogo variado de carregadores de veículos elétricos, que se podem dividir em três principais categorias: carregadores de carga lenta, rápida e ultrarrápida.

Como forma de se distinguir da concorrência e conseguir manter-se competitiva num mercado ambicioso, a organização permite a customização dos carregadores conforme a necessidade e/ou vontade do cliente. Consequentemente, existem atualmente acima

de cem carregadores diferentes no catálogo, sendo que o que as distingue são as suas personalizações.

Na tabela 2 apresentam-se as principais famílias de carregadores do catálogo EEM, dos quais os clientes escolhem e personalizam de acordo com a sua necessidade.

Tabela 2 - Catálogo EEM, respetiva categoria e *output*.

Ilustração	Nome	Categoria	Potência de saída
	<i>Public Charger</i>	Carga Lenta	AC: de 3,7 kVA a 22 kVA
	<i>Pole Mount</i>	Carga Lenta	AC: de 3,7 kVA a 22 kVA
	<i>Homecharger</i>	Carga Lenta	AC: de 3,7 kVA a 22 kVA
	QC24S	Carga Rápida	DC: até 24 kW

	QC20	Carga Rápida	DC: até 25 kW AC: até 22 kVA
	QC40B	Carga Rápida	DC: até 40 kW AC: até 48 kVA
	QC45	Carga Rápida	DC: até 50 kW AC: até 43 kVA
	QC90B	Carga Rápida	DC: até 90 kW AC: até 96 kVA
	QC150B	Carga Rápida	DC: até 150 kW AC: até 160 kVA

	HV160	Carga Ultrarrápida	DC: até 161 kW AC: até 172 kVA
	HV175	Carga Ultrarrápida	DC: até 161 kW AC: até 172 kVA
	HV350	Carga Ultrarrápida	DC: até 322 kW AC: até 344 kVA
	KIOSK HV160/KIOSK HV175	Carga Ultrarrápida	Não gera potência. Apenas a transmite ao veículo.

É importante notar que o HV350 é constituído pela conexão de dois HV175 e um KIOSK. Desta forma, consegue-se combinar a potência gerada pelos dois equipamentos e criar o carregador mais rápido fabricado na empresa.

Os KIOSKS são incapazes de gerar potência, apenas servem como uma interface de utilizador, onde o consumidor escolhe as ações e, posteriormente, executa a transmissão do carregador para o veículo. Enquanto o HV175 não necessita, obrigatoriamente, de uma conexão com um KIOSK, o HV160 e HV350 necessitam dessa interligação para funcionar.

Existe a preocupação de criar carregadores compatíveis com as três principais entradas dos veículos elétricos: *Combined Charging System (CCS)*, *CHArge de MOve (CHAdeMO)* e *AC type-2*.

De todo o catálogo, o QC45 é produto *bestseller*, seguido dos HV160 e HV175 (possivelmente utilizados como HV350) e respetivos KIOSKS.

1.5 Conteúdo e organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em quatro capítulos principais:

- 1º capítulo – “Introdução”, é neste capítulo que se apresenta o problema que deu origem ao projeto e, conseqüentemente, se traçam os objetivos pretendidos com o seu desenvolvimento. Define-se a metodologia de investigação e faz-se uma breve apresentação da empresa onde se elaborou o projeto;
- 2º capítulo – “Revisão da Literatura”, onde se podem encontrar as bases teóricas que sustentam as ações de melhoria implementadas na empresa ao longo do estágio;
- 3º capítulo – “Análise e Melhoria dos Processos de Produção”, aqui se analisam os processos da empresa e se detetam os problemas e oportunidades de melhoria. Seguidamente traçam-se os planos de ação que se consideram pertinentes para alcançar os objetivos pretendidos e implementam-se as ações nos respetivos setores assinalados previamente. Por fim, apresentam-se os resultados quantitativos e qualitativos e faz-se uma avaliação dos mesmos;
- 4º capítulo – “Conclusões e Trabalho Futuro”, onde se apresentam as conclusões e se faz uma reflexão sobre os resultados obtidos e se corresponderam aos objetivos traçados no início do projeto. São também apresentadas sugestões de melhoria para trabalhos futuros;

Por fim apresentam-se as referências bibliográficas e os apêndices do trabalho.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Análise e melhoria de processos

2.2 Lean Manufacturing

2.3 Muda

2.4 Ferramentas Lean

2.5 Análise ABC

2 REVISÃO DA LITERATURA

É neste capítulo que se apresenta uma revisão da literatura relativa ao tema melhoria contínua e se apresentam algumas evidências de como a boa prática de vários conceitos teóricos podem impactar uma empresa a obter resultados mais satisfatórios e atingir objetivos. O foco da revisão bibliográfica, tal como o trabalho desenvolvido no estágio, são as ferramentas *Lean* e como aplicá-las perante os desafios detetados.

2.1 Análise e melhoria de processos

Ter uma cultura *Lean* implica seguir um conjunto de técnicas e princípios que visam o aumento do valor dos produtos através de métodos que aprimoram os processos relevantes e valiosos enquanto eliminam os que não acrescentam qualquer valor ao produto final (Dickson, Singh, Cheung, Wyatt, & Nugent, 2009).

A atual Era industrial caracteriza-se pela capacidade de se adaptar às necessidades dos clientes e, conseqüentemente, oferecer produtos personalizados. Com esta necessidade de adaptação surgem grandes dificuldades no planeamento e processos produtivos. Para tentar enfrentar as adversidades e tornarem-se mais lucrativas, as empresas recorrem ao *Lean Manufacturing*, que através da aplicação correta de várias ferramentas procura conduzir ao fabrico de produtos e prestação de serviços a um preço mais reduzido e à velocidade desejada pelo cliente (Bhamu & Sangwan, 2014).

Na tabela 3, encontram-se descritos alguns casos de análise e melhoria de processos inseridos na literatura da especialidade, que permitem demonstrar algumas melhorias alcançadas através da implementação de ferramentas *Lean*.

Tabela 3 - Revisão da literatura relativa a análise e melhoria de processos.

Referências Bibliográficas	Descrição
(Silva, Baptista, Pinto, & Correia, 2019)	Neste trabalho procurou-se reduzir os desperdícios resultantes das constantes atualizações nos produtos numa empresa de montagem dispositivos eletrónicos. Para isso, utilizaram-se ferramentas como <i>VSM</i> e <i>LLB</i> , conseguindo visualizar as oportunidades de melhoria e garantir que o tempo de ciclo em cada posto é inferior ao <i>Takt time</i> . Recorrendo, também, ao

	<p><i>standard work</i>, os resultados obtidos traduziram-se num melhor balanceamento da linha de produção, um aumento de produtividade de aproximadamente 10%, um aumento geral de eficiência e redução de desperdícios.</p>
(Hintzen, Knoer, Van Dyke, & Milavitz, 2009)	<p>Neste trabalho procurou-se implementar técnicas <i>Lean</i> numa farmácia de internamento de um centro médico numa universidade americana, com o intuito de melhorar o fluxo de trabalho, reduzir desperdícios e custos. Usando técnicas como <i>Standard Work</i> e mudança para <i>one-piece flow</i>, conseguiu-se obter uma poupança anual de custos de 275500\$.</p>
(Deshkar, Kamle, Giri, & Korde, 2018)	<p>Neste trabalho estruturou-se uma implementação da cultura <i>Lean</i> numa empresa de fabrico de sacos de plástico de pequena dimensão, utilizando um <i>VSM</i>. O estudo foi realizado com o intuito de eliminar desperdícios, e obteve-se um aumento de tempo de valor acrescentado, no tempo total de <i>lead time</i>, de 15% para 89,85%. O <i>Takt time</i> foi reduzido de 46,6 para 26 minutos e a produção diária aumentou de 28 unidades para 50.</p>
(Rosa, Silva, Ferreira, & Sá, 2019)	<p>Neste trabalho, realizado numa empresa dedicada à produção de componentes para o setor automobilístico, recorreu-se a várias ferramentas <i>Lean</i> para procurar o aumento da eficiência dos processos produtivos e redução de desperdícios. Com o auxílio de ferramentas como <i>VSM</i>, <i>Kaizen</i>, <i>Gestão Visual</i>, <i>5S</i>, <i>standard work</i>, ciclo <i>PDCA</i> e <i>SMED</i>, aplicadas a várias linhas produtivas, conseguiu-se atingir aumentos de produtividade superiores a 40% em cada linha.</p>
(Baysan, Kabadurmus, Cevikcan, Satoglu, & Durmusoglu, 2019)	<p>Neste trabalho procurou-se reduzir o consumo de energia de uma empresa do setor eletrónico utilizando ideologias <i>Lean</i>. Recorrendo ao <i>VSM</i>, <i>design</i> experimental e simulação, provou-se que a adaptação ao fabrico em célula, ao sistema <i>pull</i> e à prova de erros garantiu uma redução de aproximadamente 72% de consumo de energia.</p>
(Sudhakar, 2015)	<p>Neste trabalho recorreu-se ao <i>VSM</i> e <i>VSD</i>, num sistema de produção <i>JIT</i> de uma empresa do setor automobilístico, para identificar os desperdícios nas linhas de produção. Implementou-se o sistema <i>pull</i> numa linha recorrendo a <i>kanbans</i> e o <i>lead time</i> foi reduzido em 39%. Implementou-se também o princípio <i>FIFO</i> e com a redução de <i>bottlenecks</i> e, conseqüentemente, <i>changeovers</i> nas máquinas, o <i>OEE</i> aumentou 6%.</p>

(Motwani, 2003)	Neste trabalho estudou-se a implementação de ferramentas <i>Lean</i> numa empresa do ramo automóvel. Usando ferramentas como <i>one piece flow</i> , <i>standard work</i> , <i>standard set-up</i> , <i>kanban</i> , <i>jidoka</i> e <i>heijunka</i> , conseguiu-se reduzir o tamanho do lote de 30 dias para 16 e, em média, os tempos de <i>set-up</i> em 50%.
(Sousa, Silva, Pimentel, & Ferreira, 2019)	Neste trabalho, realizado numa empresa de fabrico de rolhas, aplicou-se a metodologia <i>SMED</i> num equipamento que devido à quantidade de produção, tornou o <i>changeover</i> um processo regular. Para avaliar as atividades de valor acrescentado recorreu-se ao <i>VSM</i> . Com a implementação da metodologia <i>SMED</i> houve uma redução de 43% no tempo de <i>changeover</i> total, que se traduz na poupança mensal de cerca de 2340€ por máquina.
(César et al., 2018)	Neste trabalho procurou-se implementar ferramentas <i>Lean</i> , mais concretamente <i>5S's</i> , <i>standard work</i> e aplicar controlos por <i>kanbans</i> numa empresa do setor alimentar, resultando em melhorias substanciais como a redução do <i>TAKT time</i> de 6,4min/uni para 3min/uni. As atividades que acrescentam valor aumentaram de 60% para 95% e o tempo de produção reduziu 22,8 minutos.
(Karam, Liviu, Cristina, & Radu, 2018)	Neste trabalho implementou-se a metodologia <i>SMED</i> no processo <i>bottleneck</i> de uma empresa farmacêutica com o propósito de reduzir o tempo de <i>changeover</i> e, assim, aumentar o <i>output</i> . Com esta aplicação conseguiu-se reduzir o tempo de <i>changeover</i> do <i>bottleneck</i> em 30% em 12 meses.
(Santos, Silva, Pinto, & Baptista, 2019)	Neste trabalho, realizado em postos de trabalho de montagem, teste e embalagem de componentes distintos, estuda-se a importância de garantir um ambiente produtivo ergonómico para aumentar a produtividade e bem-estar dos colaboradores. Analisando cada processo foi possível detetar riscos ergonómicos e procurar soluções que reduzissem esses perigos. Aplicando soluções como sistemas mecânicos de elevação e transporte de cargas pesadas reduziu-se o risco de lesões dos trabalhadores, garantindo um maior bem-estar e um melhor ambiente, propiciando um aumento de produtividade na organização.
(Saravanan, Nallusamy, & George, 2018)	Neste trabalho procurou-se aumentar a produtividade de uma linha de montagem de caixas de velocidade recorrendo à filosofia <i>Lean</i> . Utilizando <i>VSM</i> e <i>standard work</i> , foi possível aumentar a produção de 7 para 10 peças/dia. Para atingir estes

	valores de produção reduziu-se o tempo de ciclo total de 67,53 para 64,59 horas.
(Siregar et al., 2018)	Neste trabalho utilizou-se a ferramenta <i>VSM</i> para detetar as atividades que não acrescentam valor, num setor de fabrico de ventoinhas, afim de as reduzir, assim como o <i>lead time</i> . Apesar dos processos continuarem a ser muito ineficientes, conseguiu-se reduzir o <i>lead time</i> em 340,9 minutos.
(Antoniolli, Guariente, Pereira, Ferreira, & Silva, 2017)	Neste trabalho, realizado numa empresa do ramo automóvel, recorreu-se ao <i>standard work</i> para tentar aumentar a produtividade e eliminar ou reduzir atividades que não geram valor ao produto. Com este método foi possível otimizar os objetivos de produção e o tempo de ciclo e aumentar o <i>OEE</i> das máquinas de 70% para 86%.
(Verdi et al., 2017)	Neste trabalho uma equipa procurou arranjar soluções para a redução do tempo de espera de pacientes numa ala de radiologia. Optou-se por elaborar o <i>VSM</i> e detetar onde se poderia atuar. Os resultados obtidos demonstram uma redução de 2 horas do tempo paciente na ala (espera e atendimento).
(H. Singh & Singh, 2013)	Neste trabalho utilizou-se a ferramenta <i>VSM</i> , numa empresa de fabrico de componentes para automóveis, com o intuito de detetar desperdícios e reduzi-los. Elaboraram-se dois mapas representativos do presente e futuro e após análise das áreas a atuar e melhorar, obteve-se uma redução de 69,41% no tempo de ciclo, 18,26% no inventário <i>WIP</i> e 24,56% no <i>lead time</i> de um dos dois componentes mais críticos da empresa. No outro componente registou-se uma redução de 51,87% no tempo de ciclo, 21,51% no inventário <i>WIP</i> e 25,88% no <i>lead time</i> .
(Saravanan, Nallusamy, & Balaji, 2018)	Neste trabalho procurou-se reduzir o tempo de <i>changeover</i> numa fábrica de moldagem por injeção. Utilizando a metodologia <i>SMED</i> , foi possível reduzir os desperdícios e alcançar uma redução de tempo de <i>changeover</i> do <i>setup</i> atual de 39,94 para menos de 10 minutos. Após a implementação do <i>SMED</i> , alcançou-se uma redução do tempo de <i>changeover</i> de aproximadamente 67,72%, o que provocou uma redução de perdas produtivas e aumento de produtividade.
(Rohani & Zahraee, 2015)	Neste trabalho aplicou-se a ferramenta <i>VSM</i> numa fábrica de tintas como ponto de partida para eliminar desperdícios e, conseqüentemente, reduzir o <i>lead time</i> . Alterou-se a produção para um sistema <i>pull</i> regulado por <i>kanbans</i> e aplicaram-se alguns princípios 5S. Os resultados obtidos demonstram uma

	<p>redução de 8,5 para 6 dias no <i>lead time</i> e de 68 para 37 minutos no que diz respeito ao tempo de valor acrescentado.</p>
<p>(Venkataraman, Ramnath, Kumar, & Elanchezhian, 2014)</p>	<p>Neste trabalho aplicaram-se ferramentas <i>Lean</i> numa fábrica do setor automóvel, mais concretamente numa linha de produção de cambotas. Usando um <i>VSM</i> procurou-se reduzir o tempo de ciclo, bem como desperdícios detetados, como produção excessiva, espera, movimentos e transporte desnecessários, defeitos e desuso da criatividade dos colaboradores. Adicionalmente, implementou-se um sistema de <i>one-piece flow</i>. Os resultados obtidos demonstram uma redução de 40% no <i>lead time</i>, uma redução de 5 operadores para 3, mas um aumento de produtividade de 20 peças/hora para 28,57. Conseguiu-se ainda reduzir os custos e atingir uma taxa de preenchimento de 100%, ao invés dos 80% anteriores.</p>
<p>(Azizi & Manoharan, 2015)</p>	<p>Neste trabalho procurou-se utilizar ferramentas como o <i>VSM</i> e metodologia <i>SMED</i> para melhorar a qualidade de uma linha de produção de placas de circuito impresso, reduzir os custos de produção e o seu <i>lead time</i>. Usando o <i>VSM</i> foi possível encontrar desperdícios na linha causados pelo elevado tempo de <i>changeover</i> e <i>WIP</i>. Através da aplicação <i>SMED</i> no <i>bottleneck</i> do processo produtivo e de técnicas <i>Kaizen</i>, foi possível alcançar os resultados pretendidos, sendo que ocorreu uma redução de aproximadamente 2 segundos no tempo de ciclo, uma redução de 144 para 0 no inventário <i>WIP</i> e uma redução de 145 para 54 segundos no tempo de <i>changeover</i>.</p>
<p>(Lacerda, Xambre, & Alvelos, 2016)</p>	<p>Neste trabalho, realizado numa empresa do ramo automóvel, aplicou-se a ferramenta <i>VSM</i> para identificar possíveis áreas de melhoria nos processos produtivos, mais concretamente a redução de desperdícios. Após análise do mapa, foram implementadas 11 ações de melhoria que resultaram na redução do tempo de ciclo do subprocesso de 370 para 140 segundos, o número de operadores diminuiu de 4 para 3, o nível de inventário inacabado reduziu em 25%. Para além disso, um dos maiores <i>bottlenecks</i> foi eliminado através da mudança de um processo de 95 segundos para um de 1 segundo. Foi também registada uma mudança no <i>mindset</i> dos operadores por se sentirem ouvidos e participarem nos eventos <i>Kaizen</i>, resultando numa melhor envolvência nas ações de melhoria e numa maior abertura à mudança.</p>
<p>(B. Singh, Garg, & Sharma, 2011)</p>	<p>Neste trabalho, apresenta-se um caso de estudo de uma fábrica de componentes de manutenção ferroviária. Foram desenhados</p>

dois *VSM*, um representativo dos processos atuais e um do futuro, focados numa linha de produção de pinos. Após análise do primeiro mapa detetaram-se várias etapas de possível intervenção e foram sugeridas a utilização de ferramentas *Lean* como *kanbans* e *SMED* para contrariar o elevado tempo de *changeover*. Após a implementação das ações de melhoria, constatou-se que houve uma redução de inventário de 6053 para 1030, 653 para 130 em inventário *WIP*, redução no tempo de ciclo de 1330 para 1280 segundos sincronizando desta forma com o *Takt time*. Registou-se, também, uma redução no tempo de *changeover* de 711 para 663 segundos, enquanto o *lead time* do produto reduziu 82,12%, culminando num decréscimo de mão de obra de 12 para 10.

(Kumar &
Rajenthirakumar,
2016)

Neste trabalho, aplicaram-se ferramentas *Lean* numa linha de produção de bombas, com o intuito de reduzir o *lead time* total. Utilizando o *VSM* foi possível identificar os desperdícios a eliminar ou reduzir nos processos. Através da aplicação de ferramentas e estratégias como *Kaizen*, otimização do *layout*, redução do tempo de *setup* e balanceamento da linha, conseguiu-se obter melhorias nos processos, resultando numa redução no *lead time* de 33,85%, aumento do *OEE* de 60,04% para 78,64%. Registou-se, ainda, que balanceando as linhas foi possível reduzir de 7 operadores para 3 e aumentou-se a produtividade em 7,7%, sendo possível atingir o *one-piece flow*.

(Andrade, Pereira,
& Del Conte,
2016)

Neste trabalho aplicou-se a ferramenta *VSM* numa fábrica do setor automóvel, mais concretamente numa linha de produção de discos de embreagem, com o propósito de encontrar desperdícios nos processos. Implementou-se o sistema *pull*, controlado por *kanbans* e supermercado, e recorreu-se à simulação para testar as melhorias implementadas, de forma a não gerar custos desnecessários caso as ações se provassem negativas. Os resultados obtidos demonstram que com a eliminação de desperdícios, obteve-se uma redução do *lead time* de 60,5 para 4,14 dias e um decréscimo de 7% no tempo total de produção.

(Atieh, Kaylani,
Almuhtady, & Al-
Tamimi, 2016)

Neste trabalho implementou-se a filosofia *Lean* numa fábrica de produção de vidro na Jordânia. Como ponto de partida, elaborou-se um *VSM* para ajudar a definir onde seriam aplicadas as ações de melhoria, identificando os *bottlenecks* da produção. Seguidamente, utilizou-se um simulador para testar as alterações a implementar, com o intuito de credibilizar as ações de melhoria antes de se investir elevadas quantidades de

	<p>dinheiro sem a garantia do alcance dos objetivos. Com os resultados obtidos demonstrou-se uma redução no <i>lead time</i> produtivo de 6% e um aumento no desempenho do principal <i>bottleneck</i> de 32%.</p>
(Choomlucksana, Ongsaranakorn, & Suksabai, 2015)	<p>Neste trabalho procurou-se o aumento de produtividade numa área de submontagem de estampagem de chapa, através da implementação de ferramentas e técnicas <i>Lean</i> nos processos produtivos. Controlo visual, <i>Poka-Yoke</i> e <i>5S's</i> foram algumas ferramentas aplicadas na fábrica na procura da redução de desperdícios e aumento da eficiência. Através da análise dos processos da empresa detetaram-se quais criavam mais atividades sem valor acrescentado, sendo esses os processos de urgente atuação. Os resultados demonstraram melhorias nesses processos, culminando numa redução do tempo de processamento de 62,5%, num decréscimo de atividades sem valor acrescentado de 66,53% e numa redução de custos de horas extra de 1764 dólares por ano.</p>
(Mojib, Hashemi, Abdi, Shahpanah, & Rohani, 2014)	<p>Neste trabalho aplicou-se a ferramenta <i>VSM</i> numa linha de produção de componentes para o setor automóvel, com o propósito de detetar e eliminar os desperdícios e atividades sem valor acrescentado. O ponto de partida surgiu com a recolha de dados para, seguidamente, definir o futuro <i>VSM</i> com as melhorias sugeridas. Após implementação das ações de melhoria, constatou-se que houve uma diminuição de 23,5 para 4,5 dias no que diz respeito ao <i>lead time</i> e ainda se registou uma melhoria de, aproximadamente, 12% no tempo de valor acrescentado.</p>
(Rohac & Januska, 2015)	<p>Neste trabalho, realizado numa empresa dedicada ao fabrico de produtos plásticos para o setor da saúde, utilizou-se a ferramenta <i>VSM</i> para identificar possíveis ações de melhoria e onde as implementar para ajudar a atingir os objetivos impostos pela chefia. Após análise dos processos e construção do futuro <i>VSM</i> com as ações de melhoria implementadas, concluiu-se que o <i>lead time</i> total reduziu de 296,36 dias para 96, o que corresponde a uma melhoria de 208,7%.</p>
(Neves et al., 2018)	<p>Neste trabalho recorreu-se à metodologia <i>Lean</i> para otimizar os processos produtivos de uma fábrica do setor têxtil, com principal foco no processo de tecelagem. Com o intuito de criar processos produtivos <i>standard</i>, recorreu-se a ferramentas como ciclo <i>PDCA</i>, <i>5S's</i> e <i>5W2H</i> para garantir um sistema de melhoria contínua. Após a implementação das ferramentas e das ações de</p>

melhoria, registou-se uma poupança de 4 horas semanais de trabalho por operador, o que corresponde a um ganho de 10% de tempo disponível semanal por operador. Considerando o setor inserido, estes ganhos representam uma melhoria significativa na produtividade.

2.2 Lean Manufacturing

A filosofia *Lean* surge da necessidade de produzir bens de qualidade a um custo reduzido, e foca-se na identificação e redução/eliminação de atividades de valor não acrescentado, uma vez que as considera desperdícios (Gadre, Cudney, & Corns, 2011). A procura da eliminação de desperdícios, garante que os processos produtivos são constituídos por atividades que geram valor ao produto, sendo que se pode considerar valor a qualquer ação que o cliente esteja disposto a pagar (Garre, Nikhil Bharadwaj, Shiva Shashank, Harish, & Sai Dheeraj, 2017).

Com o propósito de melhorar os métodos de fabrico, (Womack & Jones, 1996) definiram cinco princípios fundamentais da filosofia *Lean* (ver tabela 4) que podem ser aplicadas a todo o tipo de problemas industriais como forma de eliminar os desperdícios:

Tabela 4 - Os 5 princípios da metodologia Lean.

Princípio	Descrição
Especificar valor	Consiste em definir as necessidades do cliente e o que ele está disposto a pagar, uma vez que isso representa o valor do produto (Nelson-Peterson & Leppa, 2007).
Cadeia de valor	Nesta etapa identifica-se a cadeia de valor, onde se englobam todas as tarefas necessárias para entregar o produto ao cliente (Nelson-Peterson & Leppa, 2007). Identificam-se, ainda, as atividades que acrescentam valor, as que não acrescentam valor mas são imprescindíveis nas circunstâncias atuais e as que não acrescentam valor e são dispensáveis (Womack & Jones, 1996).
Fluxo	Este princípio consiste em criar um fluxo contínuo, sem esperas nem atrasos (Apte & Goh, 2005), que permita o produto percorrer as etapas que lhe acrescentam valor até chegar ao cliente (Staats, Brunner, & Upton, 2011).
Sistema <i>pull</i>	Este princípio é descrito por Womack e Jones (1996) como uma filosofia de fabrico que disponibiliza o

	produto ou serviço apenas quando o cliente precisa (Mourtzis, Papathanasiou, & Fotia, 2016). Considera-se, então, um sistema puxado pelo cliente (Apte & Goh, 2005).
Perfeição	Este princípio consiste na contínua procura e eliminação de desperdícios para atingir o derradeiro objetivo de zero defeitos (Spagnol, Min, & Newbold, 2013). Trata-se de um esforço constante para reduzir as atividades que não acrescentam valor ao produto, melhorar o fluxo e garantir as necessidades dos clientes (Mourtzis et al., 2016).

2.2.1 Origens do TPS

A filosofia *Lean* teve origem no Japão, após a II Guerra Mundial, graças ao trabalho desenvolvido por Taiichi Ohno na *Toyota Motors Company* (TMC). Devido à dificuldade económica sentida no país e escassez de encomendas no setor automobilístico, surgiu a necessidade de adaptar o paradigma de produção industrial, até então caracterizado pela produção em massa de Henry Ford, às circunstâncias em que o país se encontrava (Holweg, 2007; Young & McClean, 2008).

O sistema desenvolvido por Ohno, o *Toyota Production System* (TPS), caracterizava-se pela produção em fluxo contínuo (Ohno, 1988), com o objetivo de produzir corretamente à primeira tentativa e somente o necessário, minimizando os recursos, ser eficiente nos processos e eliminar desperdícios. Desta forma assegura-se a qualidade pretendida pelo cliente (Santos, Vieira, & Balbinotti, 2015).

O TPS está assente em dois conceitos, que se tornaram fundamentais para a filosofia *Lean*. O primeiro trata-se de reduzir custos através da redução de desperdícios, isto é, assumir que tudo o que não seja o mínimo necessário, quer seja tempo de trabalho, ferramentas, materiais, etc. é considerado um excesso que apenas eleva os custos. O segundo conceito é garantir que as capacidades dos trabalhadores estão a ser aproveitadas ao máximo e estes estão a ser tratados com consideração (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977).

Nos anos 90 dá-se, então, a transformação da nomenclatura, passando de TPS para produção *Lean*, graças ao trabalho de Womack e Jones, que vai sofrendo evoluções graduais ao longo do tempo (Shah & Ward, 2007).

2.2.2 Os Pilares do TPS

O TPS é várias vezes representado por uma casa (Herrmann, Thiede, Stehr, & Bergmann, 2008) (figura 3). Esta representação revela uma estrutura composta por três partes referentes aos elementos de um sistema *Lean* (Ohno, 1988).

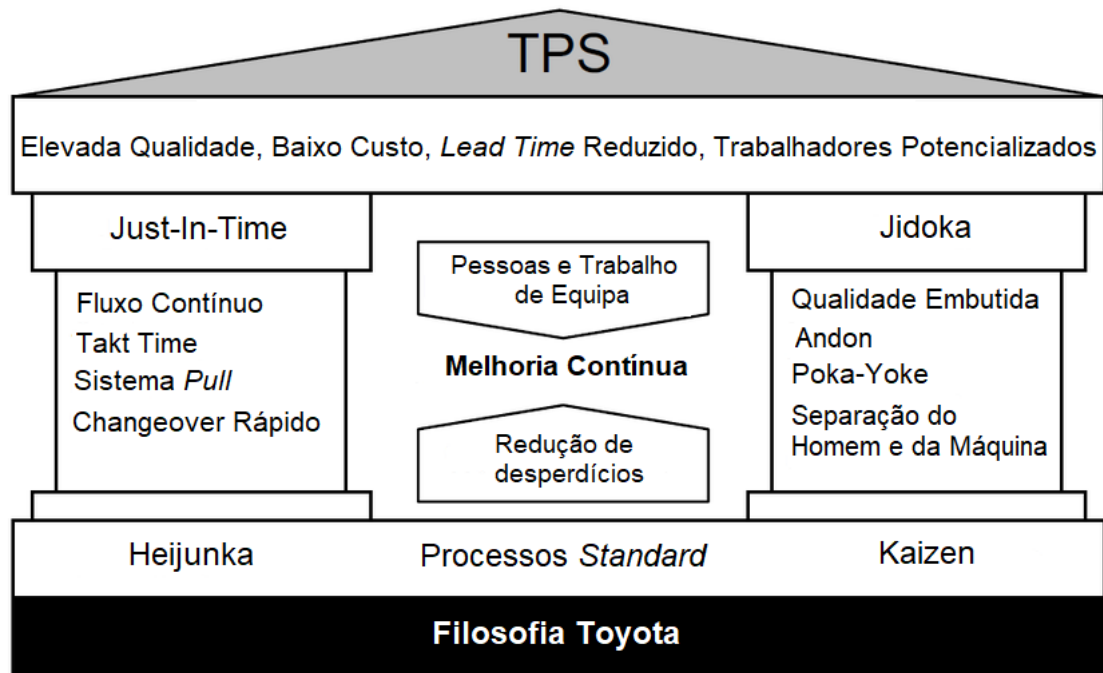


Figura 3 - Casa Toyota Production System, adaptado de (Herrmann, Thiede, Stehr, & Bergmann, 2008).

A representação do TPS é apresentada sobre a forma de uma casa pois, esta também é um sistema, e é tão forte quanto a parte mais fraca do sistema. Tal como o TPS, uma casa com alicerces ou pilares fracos não é estável. Todas as partes trabalham em conjunto para garantir a estabilidade e o bom funcionamento do sistema (Liker & Morgan, 2006).

Os objetivos principais do TPS são apresentados no telhado da casa. Necessita que toda a gente trabalhe em conjunto para garantir que se consegue atingir melhor qualidade dos produtos, a um menor custo e com *lead time* reduzido, bem como, tomar medidas que assegurem uma elevada motivação dos trabalhadores e tirar o máximo proveito das suas capacidades (Alpenberg & Scarbrough, 2009).

De seguida apresentam-se dois pilares a sustentar o teto. O primeiro, *Just-In-Time*, é o responsável por garantir que os materiais fluam rapidamente pelos processos até ao local certo à hora certa (Liker & Morgan, 2006). O segundo pilar, *Jidoka*, é referente à automatização com um toque humano. Procura garantir qualidade nos produtos à medida que estes são produzidos, através da definição de operações que permitam uma separação dos trabalhadores das máquinas, de maneira a libertá-los para executarem tarefas de valor acrescentado (Alpenberg & Scarbrough, 2009). Essencialmente, consiste em assegurar que nenhum defeito nos produtos avança para o próximo posto sem ser detetado (Liker, 2004).

No centro da casa estão as pessoas, pois são elas as responsáveis por atingir os objetivos. Por isso, devem ser treinadas a detetar desperdícios e agir na raiz dos problemas questionando a sua origem. É graças à melhoria contínua que as operações conseguem atingir a estabilidade necessária para o bom funcionamento do sistema (Liker, 2004).

Na base da casa encontram-se vários elementos que funcionam como alicerces para o sistema TPS, tais como a necessidade de existência de processos *standard* estáveis e

Heijunka. Este último significa nivelar a produção, com o intuito de criar um equilíbrio que facilite a criação de processos *standard* e permita a existência de um inventário reduzido (Liker & Morgan, 2006).

2.3 Muda

Tal como foi referenciado anteriormente, a filosofia *Lean* tem por objetivo principal a criação de valor e a eliminação de desperdícios (Romvall, Wiktorsson, & Bellgran, 2010). Tudo o que não acrescenta valor do ponto de vista do cliente, no processo de fabrico, é considerado desperdício, ou *Muda* em japonês, e por isso deve ser eliminado (Kulkarni, Kshire, & Chandratre, 2015).

Segundo Yasuhiro Monden, as várias atividades executadas numa empresa podem ser agrupadas em três tipos (Hines & Rich, 1997):

- **Atividades sem valor acrescentado:** são atividades consideradas puro desperdício, onde não se gera qualquer valor para o produto, e geralmente envolvem ações desnecessárias e, como tal, devem ser completamente eliminadas. São exemplos destas atividades os tempos de espera, duplo processamento, entre outras;
- **Atividades sem valor acrescentado, mas necessárias:** são as atividades que não acrescentam valor ao produto, mas que são necessárias mediante os atuais procedimentos operacionais. São de difícil remoção uma vez que, geralmente, requerem grandes mudanças na empresa, como reformulação do *layout*. São exemplos destas atividades os grandes percursos percorridos para buscar material, desempacotar matéria prima dos fornecedores, entre outras;
- **Atividades de valor acrescentado:** são atividades que o cliente considera imprescindíveis para o produto, e como tal, lhe acrescentam valor. Envolve o processamento de matéria prima ou produtos semiacabados. São exemplos destas atividades as assemblagens de componentes, o forjamento de matéria prima, entre outras.

Foi Taiichi Ohno, o primeiro a introduzir o conceito de *muda*, e definiu sete principais tipos de desperdício (ver tabela 5) que podem impactar os processos de fabrico (D'Antonio, Bedolla, & Chiabert, 2017), sendo eles:

Tabela 5 - Os sete principais desperdícios, adaptado de (Hines & Rich, 1997).

<i>Muda</i>	Descrição
Sobreprodução	É um dos desperdícios mais graves, uma vez que interfere com o fluxo de bens e serviços, podendo resultar em inibição da qualidade e produtividade. Tende a levar a um elevado <i>lead time</i> e tempo de armazenamento, e como resultado disso possíveis defeitos nos produtos podem não ser detetados imediatamente.

	Além disso, gera-se muito inventário <i>WIP</i> , causador de desnecessárias deslocções por parte dos trabalhadores e custos acrescidos à empresa.
Tempos de espera	Ocorre quando o tempo está a ser gasto de forma pouco eficaz, ou seja, quando trabalhadores ou bens estão parados à espera do processo seguinte. Para o operador, os tempos de espera devem ser utilizados para tarefas como manutenção ou atividades <i>Kaizen</i> , mas com a preocupação de não causar sobreprodução.
Transportes	Desperdício relacionado com o movimento bens, que deve ser reduzido uma vez que não acrescenta valor ao produto. O transporte implica, também, um aumento de risco de danos no produto e aumento da distância e tempo a percorrer o <i>feedback</i> de possíveis defeitos e respetiva ação corretiva.
Excesso de processamento	Ocorre quando se executam processos de forma excessiva ou incorreta. O ideal passa por recorrer a máquinas pequenas e flexíveis localizadas perto das operações anteriores e seguintes, que consigam garantir ao produto a qualidade pretendida pelo cliente.
Inventário	Desperdício que tende a aumentar o lead time e reduzir a capacidade de resposta rápida aos problemas bem como causar uma elevada ocupação de espaço físico na fábrica. Inventário desnecessário causa, ainda, custos de posse elevados e reduz o fluxo de valor da empresa e, conseqüentemente, a sua capacidade de ser competitiva.
Movimentações	Desperdício relacionado com a ergonomia do trabalho. Tarefas que obriguem o operador a esticar ou dobrar-se no posto de trabalho devem ser evitadas. Este tipo de atividades causa cansaço e pode levar a fraca produtividade e problemas de qualidade na produção.
Defeitos	Desperdício que quando ocorre causa custos diretos à empresa. Segundo a filosofia Toyota, deve ser encarado como uma oportunidade de melhoria em vez de culpabilização da má gestão.

Para além dos desperdícios referenciados na tabela anterior, é comum adicionar-se um novo desperdício uma vez que se considera de grande importância para as organizações: o subaproveitamento das capacidades e conhecimentos dos operadores (Kulkarni et al., 2015).

2.4 Ferramentas *Lean*

No decorrer do trabalho foram tidas como base teórica várias ferramentas *Lean* que se apresentam neste subcapítulo. É importante conhecer as ferramentas e sua forma de

execução para perceber quais atuam na eliminação dos desperdícios pretendidos, e que benefícios cada uma delas traz (Oliveira, Sá, & Fernandes, 2017).

2.4.1 5S

5S é uma ferramenta do TPS que cria disciplina e limpeza no posto de trabalho e, consequentemente, maximiza a eficiência e produtividade (Veres, Marian, Moica, & Al-Akel, 2018).

O nome desta ferramenta provém de cinco palavras japonesas (figura 4) que definem esta metodologia de trabalho (Gomes, Lopes, & De Carvalho, 2013), que podem ser consultadas na tabela 6:

Tabela 6 - Definição dos 5S, adaptado de (Sharma, Shukla, & Sharma, 2019).

5S	Significado	Descrição
<i>Seiri</i>	Triagem	Selecionar os materiais necessários tendo em conta o que é preciso, quando e a que quantidade no processo produtivo. Remover todos os materiais e ferramentas que não sejam necessários para a execução do trabalho.
<i>Seiton</i>	Organização	Ordenar todos os equipamentos, ferramentas ou materiais e etiquetá-los para que sejam facilmente identificados e se pratique uma boa gestão visual. Demasiadas ferramentas armazenadas num posto de trabalho tornam esta sistemática ineficiente.
<i>Seiso</i>	Limpeza	Limpar do posto de trabalho todo o lixo, poeiras e desperdícios resultantes do trabalho. Esta tarefa deve ser executada diariamente para garantir maior conforto ao operador a executar as suas tarefas e para reduzir os riscos de avarias nos equipamentos.
<i>Seiketsu</i>	Normalização	Definir normas que permitam assegurar a manutenção dos 3S's anteriores, o que ajuda o operador a perceber as suas tarefas e garantir uma boa prática da ferramenta 5S.
<i>Shitsuke</i>	Disciplina	Treinar e comunicar com todos os colaboradores para garantir que as normas são cumpridas. É necessário criar uma cultura de autodisciplina com base na melhoria contínua para conseguir competir no mercado. Para isso deve-se auditar regularmente os procedimentos e tornar os 5S um processo rotineiro.



Figura 4 - Fases da metodologia 5S, adaptado de (Sharma et al., 2019).

Cada vez se fala mais da introdução de um novo S na metodologia, passando a um total de 6S's. Esta adição é relativa ao fator segurança, que é vista como um elemento fundamental numa organização e por esse motivo defende-se que deve constar na metodologia como um S separado (Randhawa & Ahuja, 2017).

São vários os benefícios, para a empresa, de uma correta implementação da presente metodologia, sendo que os principais são (Gomes et al., 2013):

- Aumento da produtividade através da simplificação do ambiente de trabalho aos objetos necessários;
- Redução de custos e melhor uso de materiais;
- Aumento da qualidade dos produtos e serviços;
- Redução dos acidentes de trabalho;
- Maior satisfação pessoal com o seu próprio desempenho profissional.

Para obter os resultados pretendidos com a implementação desta metodologia é necessário haver comprometimento de todos os envolvidos, quer sejam operadores ou gestão de topo (Ho, 1999).

2.4.2 Kaizen

Kaizen é uma das mais populares ferramentas *Lean*. Trata-se de uma palavra japonesa que se traduz em “melhoria contínua”, sendo que “kai” significa mudança e “zen” significa melhor (Choomlucksana et al., 2015).

Esta ferramenta caracteriza-se pela rápida análise de pequenos aspetos de um problema qualquer e de rapidamente implementar uma solução, estando constantemente a reavaliar a situação em tempo real (Knechtges & Decker, 2014).

As pequenas melhorias efetuadas na procura da contínua melhoria dos processos envolvem a participação de toda a gente da organização (Maarof & Mahmud, 2016).

Para garantir uma boa implementação da ferramenta Kaizen numa organização, deve-se assegurar que os seus princípios básicos estão enraizados, sendo eles (García, Rivera, & Iniesta, 2013):

- Melhoria contínua;
- Foco no cliente;
- Reconhecimento do problema;
- Criação de equipas de trabalho;
- Desenvolvimento de autodisciplina;
- Dar constante *feedback* aos colaboradores;
- Promover o desenvolvimento do operador.

Geralmente os eventos Kaizen têm uma duração curta, tratando-se de sessões de trabalho de aproximadamente três a cinco dias, onde ocorrem atividades como (Melnyk, Calantone, Montabon, & Smith, 1998):

- Treino de equipa;
- Documentação do estado atual;
- Identificação de oportunidades de melhoria;
- Seleção das melhorias, e geralmente, implementação;
- Apresentação de resultados;
- Documentação de um plano de ações para atividades de acompanhamento.

O ciclo de vida de um evento *Kaizen* também inclui atividades que ocorrem antes do próprio evento, como a seleção do evento e o seu planeamento, e atividades que ocorrem após o fim do evento, como ações de acompanhamento para manter as mudanças e melhorias (Van Aken, Farris, Glover, & Letens, 2010).

2.4.3 Gestão Visual

Gestão Visual é um sistema de gestão *Lean* que pode conter várias ferramentas ou métodos de visualizar informação e exibir requisitos e diretrizes (Eaidgah, Maki, Kurczewski, & Abdekhodae, 2016). Trata-se de um sistema desenvolvido com o propósito de ajudar na comunicação entre os colaboradores e capacitar os trabalhadores a gerir o ambiente de trabalho, bem como reduzir os erros e outras formas de desperdícios, uma vez que este sistema permite conduzir as operações e processos em tempo real (Oliveira et al., 2017; Parry & Turner, 2006).

Serve, também, como apoio ao acompanhamento e desenvolvimento de estratégias de melhoria na organização, uma vez que facilita a medição e revisão do desempenho. Tudo isto promove o desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua e de inovação na empresa (Bititci, Cocca, & Ates, 2016).

São várias as funções desempenhadas pelas ferramentas de gestão visual, sendo que após implementadas transferem aos processos as seguintes funções (Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos, 2009):

- Transparência;
- Disciplina;
- Melhoria contínua;
- Facilitação do trabalho;
- Formação no trabalho;
- Criação de partilha de propriedade e responsabilidade;
- Gestão através de factos;
- Simplificação;
- União.

Para obter uma correta gestão visual, as organizações recorrem a várias ferramentas *Lean*, que dependendo do contexto podem ser mais ou menos indicadas. Algumas das ferramentas geralmente implementadas nas organizações são (Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos, 2016):

- Diagramas de Pareto;
- Salas *Obeya*;
- Procedimentos de operação;
- *Value Stream Maps*;
- *Andon*;
- Quadros *Heijunka*;
- *Kanbans*;
- *Poka-yoke*.

Em suma, as ferramentas de gestão visual podem, e devem, ser utilizadas sempre que haja necessidade de comunicação e interação entre colaboradores e processos (Tezel et al., 2016).

2.4.4 Standard Work

Standard Work é uma das ferramentas do TPS mais importantes e é a fundação para o estabelecimento de uma cultura de melhoria contínua e de desenvolvimento dos trabalhadores (Liker, 2004).

Trata-se de uma descrição exata de cada atividade executada pelo trabalhador, onde se especificam os tempos de ciclo, o *takt time*, a sequência de operações de uma tarefa e o mínimo inventário de componentes necessário para executar a atividade (Womack & Jones, 1996).

Este método procura eliminar a variabilidade e inconsistência dos resultados das operações, instruindo os trabalhadores a executar as atividades seguindo procedimentos operacionais bem definidos (Oliveira et al., 2017).

Podem-se considerar oito passos para conseguir uma correta implementação do *Standard Work*, sendo eles (MacInnes, 2002):

- Estabelecer equipas de melhoria;
- Determinar o *takt time*;
- Determinar o tempo de ciclo;
- Determinar a sequência de trabalho;
- Determinar a quantidade *standard* do WIP;
- Preparar um diagrama do fluxo de trabalho *standard*;
- Preparar um procedimento operacional;
- Melhorar continuamente os procedimentos operacionais.

Tal como todas ferramentas *Lean*, *Standard Work* visa minimizar os desperdícios e maximizar o desempenho do trabalhador. É, geralmente, utilizada em sistemas de produção em célula ou sistemas pull e regula a produção através das necessidades do cliente, e de uma maneira que permite a alteração de posição no processo produtivo por parte dos trabalhadores, sem que haja estrangimentos (Pereira et al., 2016).

Uma vez implementado na organização, o *Standard Work* permite (Emiliani, 2008):

- Estabelecer um ponto de referência a partir do qual se pode melhorar;
- Controlar os processos produtivos;
- Reduzir a variabilidade;
- Melhorar a qualidade e flexibilidade;
- Aumentar a estabilidade, previsibilidade e capacidade de detetar anormalidades;
- Criar uma plataforma para aprendizagem.

2.4.5 Kanban

Kanban é uma palavra japonesa que significa cartão, e teve a sua origem com o TPS. É um sistema com informação visual que permite a condução dos fluxos de informação dentro do sistema produtivo. Tem o objetivo de regular o fluxo de materiais por toda a fábrica (Salgado & Varela, 2010).

Trata-se de uma ferramenta do sistema *pull*, uma vez que usa a taxa de necessidade do cliente para controlar o ritmo de produção, evitando a sobreprodução (Corona & Pani, 2013).

Este sistema pode ser externo, se envolver cliente e fornecedor, onde o primeiro “puxa” a produção do segundo, ou pode ser interno, se envolver apenas trabalhadores da mesma organização, onde o operador do posto de trabalho sucessor “puxa” a produção do posto predecessor (Azian, Rahman, Mohd, & Mohamed, 2013).

Durante os períodos onde a procura é incerta e variável, este sistema ajuda a criar um *buffer* que permite tornar o fluxo de produção mais suave, e conseqüentemente, reduzir o inventário. Portanto, o sistema *kanban* consegue otimizar os níveis de inventário conforme a variação da procura, resultando na redução do *lead time* na entrega do produto e na utilização eficiente dos recursos, como os trabalhadores e máquinas (Sundar, Balaji, & Satheesh Kumar, 2014).

São vários os benefícios que uma implementação correta do sistema *kanban* podem trazer a uma organização, sendo que alguns podem ser (Lee-Mortimer, 2008):

- Oportunidade de fornecer maior visibilidade e controlo aos processos produtivos, bem como recolher dados que permitam estudar melhorias;
- Oportunidade de capacitar o operador a tomar decisões na produção, como decidir que trabalhos priorizar;
- Oportunidade de melhorar a comunicação entre os postos de trabalho;
- Oportunidade de reduzir o *lead time* de produção e o inventário;
- Oportunidade de responder rapidamente às variações de procura;
- Oportunidade de analisar dados de produção com o intuito de identificar e problemas de produção.

2.5 Análise ABC

A análise ABC é um sistema de classificação de inventário baseado no princípio de Pareto (Ng, 2007). Este princípio, também referido como regra 80/20, defende que uma pequena porção de produtos (cerca de 20%), geram uma grande porção de vendas (cerca de 80%) (Brynjolfsson, Hu, & Simester, 2011).

Geralmente esta análise é utilizada para agrupar o inventário em classes diferentes (A, B e C) baseando-se unicamente no custo ou utilização. Isto é, um artigo é identificado como classe A se a ele estiver correspondido um custo elevado ou uma taxa de utilização elevada (Flores & Whybark, 1987).

O procedimento de implementação do sistema de análise ABC contempla os seguintes passos (Reid, 1987):

- Selecionar os artigos para classificação;
- Determinar o número total de artigos usados por ano;
- Determinar o custo unitário para cada artigo;
- Calcular o custo total anual por artigo;
- Organizar os artigos de forma decrescente quanto ao seu valor total anual;
- Numerar os artigos sequencialmente;
- Calcular a percentagem correspondente, dividindo o número do artigo pelo número total de artigos;
- Determinar o valor cumulativo para cada artigo, sequencialmente;
- Calcular a percentagem correspondente a cada artigo, dividindo o seu valor cumulativo pelo valor total cumulativo;
- Classificar os artigos, quanto à sua percentagem, em A, B ou C.

3. ANÁLISE E MELHORIA DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO

3.1 Análise e mapeamento dos processos

3.2 Identificação de problemas

3.3 Proposta de melhoria de processos

3.4 Análise de resultados

3 ANÁLISE E MELHORIA DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Durante o desenvolvimento do trabalho, foi possível analisar os processos produtivos das áreas da serralharia e cablagem e identificar possíveis melhorias nos respetivos setores.

Com o aumento da procura, as linhas de montagem tornam-se cada vez mais exigentes, e as áreas acima referidas têm de ser capazes de abastecer as linhas e respeitar o seu *takt time*.

É da necessidade de garantir o abastecimento às linhas de montagem que surge o presente relatório, onde se analisam os processos produtivos de calhas e cabos para carregadores de veículos elétricos, e se procura a melhoria e obtenção de resultados como a redução do tempo de ciclo e *changeover*, bem como a normalização dos processos produtivos.

3.1 Análise e mapeamento dos processos

No presente capítulo apresenta-se uma análise aos processos produtivos da serralharia e cablagem, e sugerem-se planos de ações com o intuito de acrescentar valor aos mesmos processos e, desta forma, garantir melhorias em ambos os setores que permitam assegurar a capacidade de abastecimento às linhas de montagem.

3.1.1 Processos produtivos da serralharia

A secção da serralharia consiste numa área dedicada ao corte e furação de calhas PVC e DIN (ver figura 5), que têm o propósito de acondicionar a cablagem dentro dos carregadores, e de suporte a componentes elétricos e metálicos, respetivamente.



Figura 5 - Exemplo de calha PVC e DIN, respetivamente.

A produção de calhas plásticas consiste em quatro tarefas principais: corte, marcação, furação e corte de dentes. Na primeira tarefa, o operador vai ao supermercado de

matéria-prima buscar a calha com a referência pretendida e insere-a na guilhotina de corte de calha (ver figura 6), para executar o corte com o comprimento pretendido.

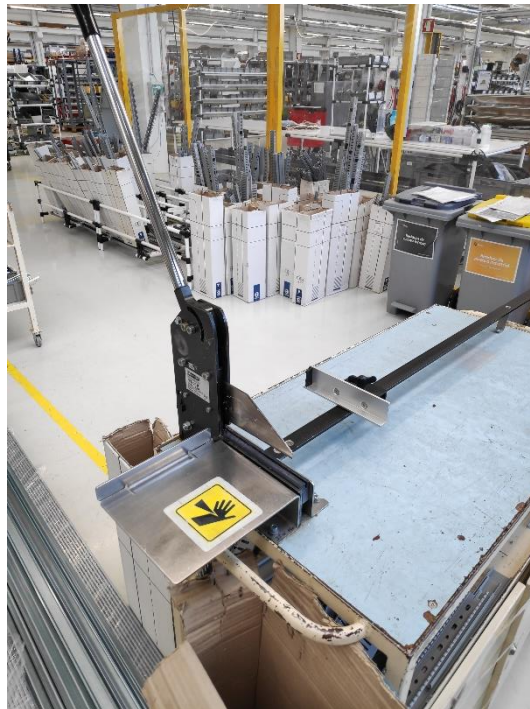


Figura 6 - Guilhotina para corte de calhas PVC.

Na tarefa seguinte, a calha cortada é transportada para outra bancada, onde se utiliza um gabari para efetuar a marcação da calha (ver figura 7), recorrendo a um marcador permanente, que auxilia as atividades seguintes.



Figura 7 - Exemplo de gabari utilizado para executar a marcação das calhas.

Na terceira tarefa, a calha é movimentada para outra bancada onde se encontra um berbequim de coluna, que permite a furação nas marcações efetuadas na tarefa anterior, como está representado na figura 8.



Figura 8 - Berbequim de coluna para efetuar a furação da calha.

Por fim, a calha retorna à bancada anterior para se executar a última tarefa, que consiste em eliminar a rebarba consequente da furação (ver figura 9), através do auxílio de uma faca, e executar o corte de dentes nas zonas previamente marcadas em zonas estratégicas, que permitem a passagem dos cabos dentro do equipamento.



Figura 9 - Tarefas do último processo principal - corte de dentes da calha plástica.

Após o término das tarefas anteriores, a calha é colocada num caixote de cartão e quando este estiver completo, com as calhas necessárias para o carregador, é transportado para o supermercado de produto concluído onde posteriormente será abastecido às linhas de montagem.

A produção de calhas DIN é um processo mais simples, uma vez que consiste apenas em duas tarefas principais: corte e furação. Em semelhança ao processo produtivo das calhas PVC, no processo de corte, o operador vai buscar a calha com a referência

pretendida, e executa o corte com a dimensão desejada, na ferramenta de corte de calhas DIN (ver figura 10).



Figura 10 - Ferramenta de corte de calhas DIN.

A segunda tarefa, é executada na mesma ferramenta (ver figura 11) e trata-se da furação da calha à cota pretendida. Uma vez cortadas e furadas as calhas correspondentes a um carregador, o operador une-as através de uma abraçadeira plástica, como ilustra a figura 12, e coloca o conjunto no supermercado de produto concluído para posteriormente abastecer as linhas de produção.

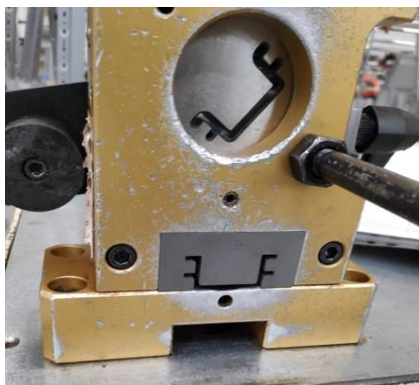


Figura 11 - Orifícios para corte (em cima) e furação (em baixo).



Figura 12 - União das calhas DIN através de uma abraçadeira plástica.

Nesta secção não existe controlo de produção, o que implica que os dois operadores produzam continuamente, para *stock*, conjuntos para os equipamentos de maior procura, reagindo à variação do planeamento quando os equipamentos com menor procura entram nas linhas de produção.

3.1.2 Processos produtivos da cablagem

A secção da cablagem é dividida em duas principais áreas: corte e cravação. A primeira área reserva-se à operação de duas máquinas automáticas, Komax Kappa 330 (ver figura 13). Estas máquinas efetuam a marcação das referências de cada cabo, bem como as coordenadas de ligação que permitem aos operadores da linha saber onde se liga determinado cabo no equipamento; efetuam, também, o descarne do cabo, removendo o isolamento, à medida desejada e após estas ações, cortam o cabo com o comprimento pretendido. Após cortado o conjunto de cabos, necessários para a montagem do carregador, é inserido num carrinho para ser transportado para a área da cravação.



Figura 13 - Komax Kappa 330.



Figura 14 - Cabo com marcação e descarne.

Na segunda área, os operadores recebem os carrinhos com os conjuntos de cabos cortados e procedem à cravação. O processo consiste em observar a lista de ligações do carregador que está a ser produzido, onde constam as informações do cabo, e inserir a ponteira ou terminal indicado na lista e executar a cravação nas máquinas semiautomáticas, Phoenix Contact CF500 (ver figura 15). Terminado o conjunto, coloca-se num carrinho para, posteriormente, ser transportado para a linha de montagem. Na figura 16, apresenta-se um cabo com uma ponteira cravada numa das extremidades.

Na secção da cablagem o processo produtivo inicia-se com a consulta do planeamento da semana seguinte, e é a partir daí iniciado o processo de corte de cabos para os equipamentos a produzir na semana $n+1$. Na área da cravação, o planeamento é apenas consultado para a chefe de equipa poder distribuir os carregadores a cravar pelas 12 bancadas de cravação e inserir na folha de rosto de cada equipamento o seu devido número de série. Devido às dificuldades em acompanhar o ritmo das linhas de montagem, a cravação trabalha, geralmente, apenas com um dia de antecedência em relação ao planeado para as linhas.



Figura 15 – Máquina de cravação semiautomática: Phoenix Contact CF500.



Figura 16 - Cabo com ponteira cravada.

3.2 Identificação de problemas

No seguimento da análise dos processos produtivos, foram detetados problemas que impactam consideravelmente a produção e, por esse motivo, devem ser procuradas melhorias no sentido de otimizar os processos. Na tabela 7, estão listados alguns problemas detetados e que se procuram resolver através de várias ações de melhoria retratadas ao longo do presente capítulo.

Tabela 7 - Oportunidades de melhoria nos processos em estudo.

Secção	Descrição	Problemas
Serralharia	Processos de produção de calhas PVC e DIN	Existência de processos desnecessários
		Desorganização do espaço
		Ocorrência de sobreprodução
		Inexistência de documentação de apoio à produção
Cablagem	Processo de produção de cabos	Desorganização do supermercado
		Paragens por falta de material

Inexistência de controlo de produção

Dificuldade em satisfazer as crescentes necessidades das linhas de montagem

Ao longo dos subcapítulos seguintes, as oportunidades de melhoria identificadas na tabela 7 são detalhadamente descritas para melhor se perceber o impacto que os processos atuais têm na produção.

3.2.1 Existência de processos desnecessários

Relativamente aos processos produtivos das calhas PVC, tal como foi referido anteriormente, existem quatro principais tarefas, sendo elas: corte, marcação, furação e corte de dentes. Após análise dos processos foi possível constatar que devido à geometria das calhas, mais concretamente, a existência de furação *standard* (ver figura 17), torna-se pertinente estudar uma possibilidade de aproveitamento dos furos e reduzir o tempo de ciclo, eliminando processos que não acrescentam valor ao produto final.

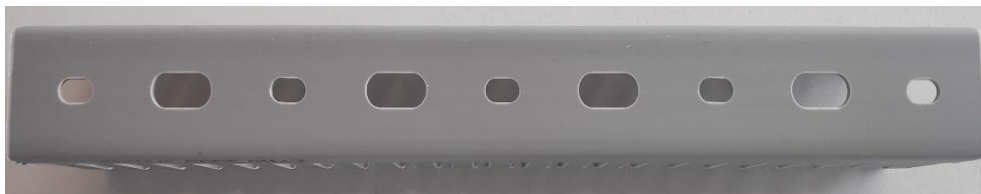


Figura 17 - Furação *standard* nas calhas PVC.

3.2.2 Desorganização do espaço

A secção da serralharia carece de organização em todo o seu setor. Apesar de se tratar de uma secção com produção, não existe propriamente uma linha de produção estruturada, sendo que os locais de execução das tarefas se encontram espalhados pela área.

Esta desorganização vai contra a cultura Lean que se procura instalar na organização e no mindset dos colaboradores e por esse motivo é importante atuar para solucionar o problema. A secção foi assinalada como um aspeto negativo em termos estéticos aquando visitas de auditores e clientes, mostrando uma face desleixada e sem normas que a organização procura eliminar.

Um aspeto importante na secção é a de existência de objetos desnecessários aos processos produtivos desenvolvidos na área, que apenas a tornam sobrecarregada e

condicionam a sua potencialidade. Juntando ao facto de existirem materiais correntemente espalhados pelo chão, e por isso constituírem problemas graves de segurança, é de notar o desconforto dos colaboradores a executar as tarefas num posto de trabalho sem regras.

Sabendo que um local de trabalho organizado aumenta a moral dos colaboradores, torna-se crucial agir de maneira a garantir o bem-estar de todos os intervenientes.

3.2.3 Ocorrência de sobreprodução

Como referido no início do capítulo, constata-se uma inexistência de controlo de produção, uma vez que não existem ordens de produção de conjuntos de calhas. A produção é feita continuamente para os produtos de maior procura. Este método causa constrangimentos quando se registam variações da procura e se fabricam nas linhas de montagem, carregadores menos vendidos. Geralmente, o *stock* da serralharia não consegue acompanhar as necessidades das linhas e obriga-as a parar enquanto se produzem conjuntos de calhas desses equipamentos de menor procura.

Outro cenário negativo ocorre quando as linhas param por falta de material e a secção da serralharia continua a produzir, levando à ocorrência de sobreprodução e quantidades excessivas de *stock*.

3.2.4 Inexistência de documentação de apoio à produção

Atualmente a secção de serralharia opera sem documentação de apoio à produção, devido ao facto de estar instalada na organização uma cultura de extrema dependência aos operadores mais experientes e com maior longevidade na organização. A produção dos conjuntos de calhas é possível devido ao elevado conhecimento dos carregadores por parte dos dois trabalhadores que operam na secção da serralharia, pelo que têm um elevado conhecimento dos carregadores e sabem de memória que calhas (referência, dimensão e quantidade) são necessárias para produzir um determinado equipamento. Esta dependência cria uma fragilidade à empresa pois dificulta a possibilidade de qualquer pessoa substituir um dos trabalhadores em caso de ausência.

O presente processo de produção incorre em elevadas falhas e erros humanos. Frequentemente surgem dúvidas aos operadores quanto às quantidades e dimensões das calhas para um determinado carregador, causando constrangimento na produção e resultando na paragem da mesma para verificar, com o auxílio do departamento de Engenharia do Produto, quais as características pretendidas para a calha.

É ainda frequente a deteção de erros de dimensão e/ou ausência de calhas nas linhas de montagem, o que obriga o colaborador a parar a produção e dirigir-se à secção da serralharia para corrigir o erro.

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.

3.2.5 Desorganização do supermercado

Tal como a secção da serralharia, a área de corte da cablagem carece de identificação no supermercado de matéria-prima. Esta falha causa atrasos no tempo de *changeover* do processo de corte de cabos na Komax Kappa 330, uma vez que o operador demora demasiado tempo à procura do cabo que pretende, em vez de o identificar prontamente olhando para um identificador.

Uma vez que existe falta de critério no que diz respeito ao armazenamento das caixas de cabos no supermercado de matéria-prima, o colaborador responsável pelo abastecimento de cablagem do armazém à secção armazena-as na estante de forma aleatória, implicando que no espaço de um mês uma específica referência pode estar armazenada em lados opostos da estante. Esta anarquia no armazenamento opõe as boas práticas *Lean* que se procuram implementar na organização e causa desconforto aos colaboradores que intervêm nos processos retratados neste subcapítulo.

3.2.6 Paragens por falta de material

Na secção da cablagem, mais concretamente na área de corte de cabos, é recorrente haver estrangimentos produtivos devido à falta de material. A inexistência de conhecimento relativo ao consumo de cabos torna difícil acautelar as necessidades relativas a cada referência, e conseqüentemente, de assegurar não rotura de *stock* de matéria-prima.

Uma vez que não existe este controlo de consumo, nem critério quanto ao ponto de encomenda, acontece de não serem encomendadas referências de cabos com antecedência suficiente para satisfazer as necessidades produtivas durante o período de *lead time* do fornecedor, sendo que por vezes a encomenda só é efetuada no momento de rotura de *stock*. A falta de material leva ao aparecimento de conjuntos WIP, que não podem ser abastecidos às linhas de montagem durante os dias correspondentes ao *lead time* do fornecedor. Este estrangimento acontece de forma regular e tem um elevado impacto nas linhas, e na própria produção na cablagem pois obriga a parar a produção normal segundo o planeamento para repor os cabos em falta dos conjuntos WIP, aquando a chegada das referências em rotura.

3.2.7 Inexistência de controlo de produção

A área dedicada à cravação de cabos é a secção da cablagem mais anárquica e, conseqüentemente, mais propícia a desorganização produtiva e a perdas de tempo por aparecimento de dúvidas. Atualmente não existe nenhum sistema que auxilie a chefe de secção na gestão da produção pelo que ocorrem muitas paragens produtivas por ineficiência dos processos. A chefe de secção no início do turno analisa os carrinhos completos com os cabos cortados na Komax, prontos para avançar para a secção da cravação, e efetua a distribuição dos conjuntos de cabos pelas bancadas. Quando os operadores terminam a cravação da cablagem de um carregador, abordam a chefe de secção para esta lhes indicar o próximo equipamento a produzir. Estes processos rudimentares implicam uma exagerada dependência na chefe de equipa e causam perdas de tempo produtivo, numa área que demonstra dificuldades em acompanhar as necessidades das linhas de montagem. Estas perdas de tempo produtivo verificam-se diariamente no início do turno, enquanto a chefe de secção analisa e distribui os carregadores pelas bancadas, e durante as trocas de carregadores, sendo importante realçar que inúmeras vezes a chefe de secção não tem disponibilidade imediata para atribuir um novo carregador aos operadores. Com estas paragens, é comum os colaboradores perderem mais de uma hora diariamente em tempo de produção, pelo que urge atuar e desenvolver processos que permitam uma maior independência aos colaboradores e que reduzam os tempos de paragem produtiva.

Uma vez que não existe controlo da produção efetuada para além dos carrinhos de cablagem cravada que vão para as linhas de montagem, é interessante incorporar na solução desenvolvida, mecanismos de controlo e análise da produção para permitir às chefias e avaliar os desempenhos e detetar causas raiz de problemas que possam impactar a produtividade.

3.2.8 Dificuldade em satisfazer as crescentes necessidades das linhas de montagem

Com o constante aumento de encomendas, a área da cablagem é uma das secções mais afetadas. Com a necessidade de aumentar o *output* diário das linhas de produção, a quantidade de conjuntos de cabos que têm de ser cortados, marcados e descarnados cresce, assim como as dificuldades de assegurar o abastecimento às linhas respeitando o seu *takt time*.

Uma vez que se procura num futuro próximo aumentar a capacidade produtiva torna-se imperativo estudar alternativas ao processo atual de corte e cravação de cabos. Querendo manter-se competitiva no mercado, a Efacec Electric Mobility vê como um ponto fulcral a automatização dos processos produtivos e sendo a cablagem uma secção, atualmente, com processos muito manuais e rudimentares, foi disponibilizado um orçamento para alterar esse paradigma.

3.3 Proposta de melhoria de processos

Este subcapítulo tem como objetivo dar seguimento às oportunidades de melhoria identificadas e listadas na tabela 7. Para o fazer, apresentam-se, na tabela 8, propostas de melhoria que foram implementadas ao longo do estágio curricular.

Estas propostas de melhoria são detalhadamente descritas ao longo do presente subcapítulo e visam conduzir a organização ao estabelecimento de uma cultura *Lean* e de mudança de algumas práticas industriais incoerentes com o nível de otimização de processos que a organização procura atingir.

Tabela 8 - Propostas de melhoria dos processos da serralharia e cablagem.

Secção	Problemas	Proposta de melhoria
Serralharia	Existência de processos desnecessários	Redefinição dos processos produtivos
	Desorganização do espaço	Aplicação da ferramenta 5S
	Ocorrência de sobreprodução	Regulação da produção através de <i>kanbans</i>
	Inexistência de documentação de apoio à produção	Elaboração de procedimentos operacionais
Cablagem	Desorganização do supermercado	Organização e identificação da matéria-prima
	Paragens por falta de material	Cálculo dos consumos e estabelecimento de processos de abastecimento à cablagem
	Inexistência de controlo da produção	Implementação de um quadro de controlo com ordens de produção e KPIs
	Dificuldade em satisfazer as crescentes necessidades das linhas de montagem	Estudo de aquisição de uma máquina automática de corte e cravação

3.3.1 Redefinição dos processos produtivos

O ponto de partida para a melhoria dos processos produtivos passou sempre pela análise minuciosa de cada atividade executada pelo operador, bem como o registo dos

respetivos tempos de execução. Sendo este o pressuposto para a identificação de oportunidades de melhoria na produção de calhas PVC. Na tabela 9 estão retratados todos os passos e respetivo tempo de ciclo, para o processo produtivo de uma calha PVC.

Para obter uns tempos de produção mais fidedignos, recorreu-se à recolha de dez amostras dos processos necessários à produção de uma calha e, registando-as em vídeo, foi possível analisar posteriormente os tempos dedicados a cada tarefa. Na tabela 9, estão registados os tempos médios da amostragem, sendo que esta pode ser consultada na íntegra no apêndice A.1.

Tabela 9 - Tarefas e respetivos tempos de execução do processo produtivo de calhas PVC.

Operação	Descrição da operação	Posto	Tempo de Operação (segundos)
1	Colocar batente na medida correta		7
2	Buscar calha PVC ao supermercado		8
3	Cortar calha com a ferramenta		5
4	Buscar tampa da calha ao supermercado	1	6
5	Cortar tampa com a ferramenta		5
6	Transporte da calha e tampa para bancada do posto 2		4
7	Escolha e colocação do gabari para executar a marcação		13
8	Marcar a calha com um marcador utilizando o gabari	2	25
9	Transporte da calha para o posto 3		3
10	Perfurar a calha (furo 1)		4
11	Perfurar a calha (furo 2)		4
12	Rotação da calha 180°	3	2
13	Perfurar a calha (furo 3)		5
14	Perfurar a calha (furo 4)		4
15	Transporte para bancada do posto 4		4
16	Retirar rebarbas utilizando a faca		10
17	Cortar dentes da calha utilizando a tesoura		7
18	Partir dentes utilizando alicate		4
19	Rotação da calha 180°		3
20	Cortar dentes da calha utilizando a tesoura	4	8
21	Partir dentes utilizando alicate		4
22	Colocar a tampa na calha		9
23	Guardar calha na caixa		3
24	Retomar ao posto 1		4

TC 151

Após a análise de todos os passos executados pelo operador, necessários para a produção de uma calha, surge a identificação de possíveis melhorias aos processos correntes, com o propósito de eliminar os desperdícios, mais concretamente as atividades que não acrescentam valor ao produto final.

Na tabela 10 apresenta-se a proposta de melhoria dos processos produtivos, implementada na área da serralharia correspondente à produção de calhas PVC. Novamente, recorreu-se a uma média dos tempos amostrais representados no apêndice A.2.

Tabela 10 - Tarefas e respetivos tempos de execução do processo produtivo de calhas PVC após implementação das melhorias.

Operação	Descrição da operação	Posto	Tempo de Operação (segundos)
1	Colocar batente na medida correta	1	7
2	Buscar calha PVC e tampa ao supermercado		9
3	Cortar calha e tampa com a ferramenta		7
4	Guardar calha na caixa		4
		TC	27

As mudanças efetuadas ao processo produtivo de calhas PVC culminaram com a passagem de um tempo de ciclo de 151 segundos/calha para 27 segundos/calha. Esta passagem representa uma redução de 124 segundos, o que corresponde, aproximadamente, a um decréscimo de 82,1% no tempo de ciclo de produção de uma calha PVC.

Esta redução no tempo de ciclo foi possível devido à eliminação de tarefas desnecessárias à produção das calhas. Houve uma grande ênfase na eliminação da excessiva movimentação do colaborador entre postos de trabalho, bem como no transporte da matéria-prima. Com isto em mente, estabeleceu-se uma mudança de quatro postos de trabalho, para um posto único, uma vez que apenas se executa o corte das calhas. Esta mudança implica que as únicas movimentações do trabalhador sejam entre o supermercado de matéria-prima e a bancada onde executa o corte da calha e, posteriormente, a coloca no recipiente que irá para o supermercado de produto concluído.

Outra pequena melhoria registou-se no processo de escolha da calha pretendida e transporte para a bancada de corte. Uma vez que a calha e respetiva tampa se encontram na mesma embalagem, eliminou-se a segunda movimentação até ao supermercado, sendo que compete ao operador transportar os dois componentes para a bancada, reduzindo o tempo dedicado a estas tarefas. Posteriormente, verificou-se outra redução, correspondente à identificação das referências das calhas, retratado no subcapítulo 3.3.2, que permitiu ao operador saber o sítio exato onde se encontra o

material pretendido, ao invés de perder tempo à procura entre as inúmeras caixas de calhas pela referência desejada.

A grande revolução nesta secção foi possível graças à geometria das calhas. Aproveitando os furos *standard*, foi possível remover o processo de marcação e de furação. Para atingir este objetivo, tornou-se necessário rever as cotas de corte de calhas para cada carregador. Uma vez que as medidas das calhas eram tidas em conta através da furação das estruturas do carregador, os furos próprios das calhas não coincidiam com os do equipamento, obrigando a haver posterior furação na fábrica. Auxiliado pelo departamento de Engenharia do Produto, responsável pelos componentes do carregador, foi possível alterar a furação das estruturas dos equipamentos para esses furos estivessem distanciados entre si por comprimentos múltiplos de 25 mm, e dessa forma coincidirem com a furação da calha PVC.

Anular o processo de furação das calhas plásticas, traduziu-se na eliminação da necessidade de remover as rebarbas originadas no berbequim de coluna e, conseqüentemente, reduz-se nas ferramentas necessárias ao posto de trabalho, uma vez que a faca existente apenas para o propósito de remoção de rebarbas passa a ser inútil ao posto.

Outra alteração implementada à secção da serralharia consistiu na passagem do último principal processo produtivo, o corte dos dentes, para as linhas de montagem dos carregadores. Esta decisão surgiu da necessidade de suprimir o *bottleneck* da produção de calhas plásticas. Esse processo era a marcação e exigia a existência de um mecanismo de marcação dos locais designados à furação e corte de dentes para a passagem dos cabos. Com a passagem do processo de corte de dentes para as linhas de montagem, elimina-se a necessidade de haver marcação na calha para saber que dentes cortar, pois os operadores das linhas, lendo os procedimentos operacionais têm a informação das ligações dos cabos nos distintos locais do equipamento, sabendo desta forma quais os dentes mais indicados a retirar para permitir a passagem dos cabos de um ponto do carregador para outro. Esta decisão causa uma redução preciosa no tempo de ciclo da serralharia, sem impactar a produção nas linhas de montagem, uma vez que cada posto de trabalho das linhas possui um tempo de ciclo, aproximadamente, 8 minutos inferior ao *takt time* de 120 minutos. Esta folga, existente devida ao balanceamento dos postos de trabalho das linhas de montagem, permite que uma adição de poucos segundos ao tempo de ciclo não tenha impacto na produção.

A última alteração executada nos processos produtivos consistiu em abolir a colocação da tampa na calha. Este é um processo que não acrescenta valor e apenas acarreta perdas de tempo na produção das calhas. Trata-se de um processo desnecessário pois após abastecimento das calhas às linhas de produção, a primeira tarefa dos operadores era remover a tampa da calha para poder fazer a acoplação da calha às estruturas do equipamento. Com a extinção deste processo poupa-se, aproximadamente, 9 segundos no tempo de ciclo, e elimina-se um processo nas linhas de montagem.

Quanto à produção das calhas DIN, procedeu-se à mesma análise dos diferentes processos e na tabela 11 estão descritas as diferentes tarefas para produzir uma calha metálica, e respetivo tempo médio de execução.

No apêndice A.3, estão listados os tempos operacionais das dez amostras retiradas na fábrica, antes de proceder a qualquer tipo de melhoria.

Tabela 11 - Tarefas e respetivos tempos de execução do processo produtivo de calhas DIN.

Operação	Descrição da operação	Posto	Tempo de Operação (segundos)	
1	Buscar calha DIN à palete		4	
2	Colocar batente na medida correta		12	
3	Cortar calha com a ferramenta		11	
4	Recolocar batente na medida correta	1	12	
5	Perfurar calha DIN com a ferramenta (furo 1)		18	
6	Recolocar batente na medida correta		11	
7	Rotação da calha 180º		3	
8	Perfurar calha DIN com a ferramenta (furo 2)		18	
			TC	89

É importante realçar a existência de um processo, apenas executado após a conclusão da preparação de todas as calhas DIN do respetivo carregador. Esse processo consiste na colocação de uma abraçadeira plástica a unir todas as calhas metálicas do equipamento e tem um tempo de execução de aproximadamente 63 segundos (ver apêndice A.5).

Após análise das tarefas a executar no corte e furação de calhas DIN, e respetivos tempos, notou-se que a ferramenta estava danificada, devido à elevada utilização, comprometendo a produtividade do operador. Foram detetados três aspetos chave na ferramenta, cruciais para voltar a extrair toda a sua potencialidade: aplicação de um postigo em aço nitrurado, substituição do punção e da fita métrica.

Nas figuras 18 e 19 é possível verificar as alterações na ferramenta com a colocação do postigo. Esta mudança foi necessária, uma vez que o desgaste na guia que permitia o encaixe da calha para executar a furação, causava o seu aprisionamento imediatamente após a furação. Este defeito era o responsável pelo excessivo tempo de execução da tarefa de furação e pelo elevado desgaste do trabalhador, uma vez que para libertar a calha da ferramenta era necessário exercer força sobre esta, muitas vezes com o auxílio de um martelo.



Figura 18 - Ferramenta com a guia desgastada.



Figura 19 - Ferramenta com o postigo em aço nitruado.

A segunda alteração, provém da necessidade de eliminar a mesma consequência assinalada no parágrafo anterior. O desgaste do punção original causou uma deformação que, a par da guia defeituosa, prende a calha à ferramenta e torna difícil a sua libertação. Desenhando um novo punção com a geometria que melhor se adequa às necessidades do setor, substitui-se o antigo garantindo que a ferramenta perfura a calha sem criar constrangimentos ao operador.



Figura 20 - Novo punção maquinado (em cima) e punção desgastado (em baixo).

Por último, achou-se pertinente substituir a fita métrica original. O desgaste resultante dos elevados ciclos de trabalho resultam na ilegibilidade da fita métrica em alguns pontos, como é possível comprovar nas figuras 21 e 22. Esta deformação dificulta a medição exata do batente, causando atrasos no processo e defeitos na calha.



Figura 22 - Ferramenta com fita métrica desgastada.



Figura 21 - Ferramenta com nova fita métrica.

Estas alterações mecânicas provaram ser eficazes na redução do tempo de ciclo, e após testadas, obteve-se os tempos médios de execução das tarefas representadas na tabela 12, que podem ser consultados no apêndice A.4.

Tabela 12 - Tarefas e respetivos tempos de execução do processo produtivo de calhas DIN após alterações mecânicas.

Operação	Descrição da operação	Posto	Tempo de operação (segundos)
1	Buscar calha DIN ao supermercado		8
2	Colocar batente na medida correta		7
3	Cortar calha com a ferramenta		10
4	Recolocar batente na medida correta		7
5	Perfurar calha DIN com a ferramenta (furo 1)	1	9
6	Rotação da calha 180°		4
7	Perfurar calha DIN com a ferramenta (furo 2)		8
8	Guardar calha na caixa		2
TC			55

Esta alteração no tempo de ciclo de uma calha DIN representa uma redução de 38,2%. Após as alterações na secção e nos processos produtivos, a tarefa que sofreu piorias nos tempos de operação, foi a tarefa de buscar a calha DIN ao supermercado, e deve-se ao facto do seu armazenamento ter sido modificado por questões de segurança e organização de espaço, como é retratado no subcapítulo 3.3.2. É importante notar que, quando se realizou a alteração da furação dos componentes mecânicos para suportar as calhas PVC, houve o cuidado de alterar as furações das estruturas que suportam as calhas DIN, no sentido de garantir que as calhas possuem furos de igual distância às extremidades, eliminando dessa forma a tarefa de recolocar o batente na medida correta.

Atuou-se também no processo de colocação de abraçadeiras plásticas nos conjuntos, uma vez que se passou a colocar as calhas DIN nos reservatórios das calhas plásticas, no que diz respeito a carregadores com ambos os tipos de calhas. Nos equipamentos que necessitam apenas de calhas DIN continua-se a colocar abraçadeira, de modo a facilitar o transporte para as linhas.

Após concluída a análise dos processos e redução nos tempos de ciclo, procedeu-se à análise da necessidade de continuar a alocar dois operadores ao setor da serralharia.

Na figura 23, estão representadas as necessidades de calha PVC e DIN por carregador.

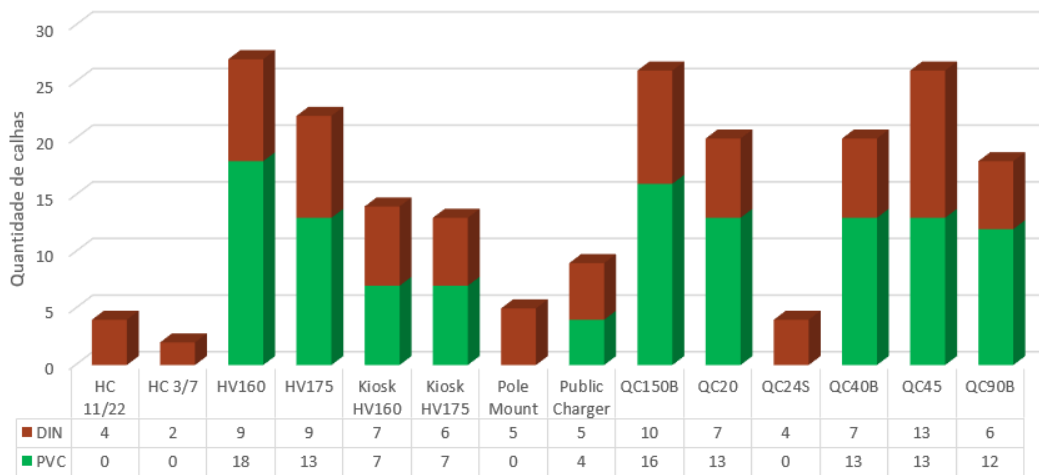


Figura 23 - Quantidade de calhas DIN e PVC por carregador.

O próximo passo para definir os pressupostos do estudo do *head count* da serralharia passou por fazer uma análise ABC às famílias de carregadores, tendo como base a procura por parte dos clientes da EEM. Com esse efeito, analisou-se o planeamento de produção para 2019, onde contemplam todos os produtos vendidos de janeiro até julho, e verificou-se quais os equipamentos com maior procura. Na figura 24, estão representados os resultados obtidos.

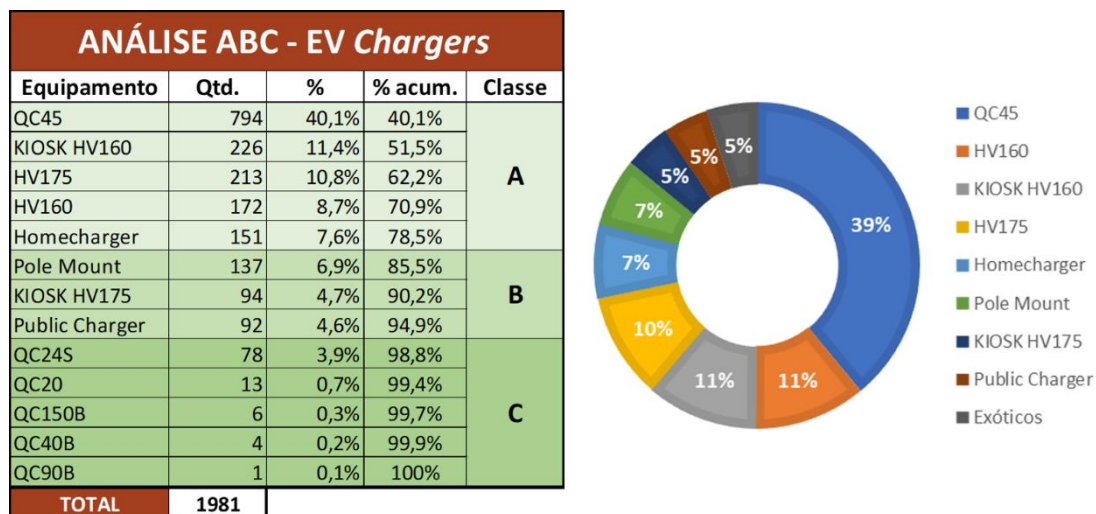


Figura 24 - Análise ABC à procura de carregadores de veículos elétricos EEM.

Focando apenas nos produtos de classe A e B, uma vez que se podem considerar os restantes como produtos exóticos, procedeu-se à definição dos pressupostos do estudo, que passam por assumir o pior cenário em termos de abastecimento das linhas de montagem, ou seja, cenários onde as linhas estão a produzir equipamentos com maior quantidade de calhas e, conseqüentemente, maior exigência para a serralharia. Assume-se, também, que as linhas produzem sem constrangimentos nem paragens.

Existem sete linhas de montagem: duas dedicadas à produção de carregadores de carga rápida, duas de carga ultrarrápida, duas de KIOSKS e uma de carga lenta. Sendo assim, e

analisando as necessidades de calhas por equipamento, estabeleceram-se os pressupostos retratados na tabela 13.

Tabela 13 - Pressupostos para análise do *head count* da serralharia.

Linha	Carregador	Output diário	Total Calhas PVC	Total Calhas DIN
1	QC45	4	52	52
2	QC45	4	52	52
3	HV160	4	72	36
4	HV160	4	72	36
5	KIOSK HV160	3	21	21
6	KIOSK HV160	3	21	21
7	Public Charger	8	32	40

Depois de estabelecidos os pressupostos, procedeu-se ao cálculo do número de operadores necessários. Sabendo que o tempo planeado de abertura é de 450 minutos por dia, e multiplicando a quantidade de calhas necessárias por carregador, por dia, pelo tempo de ciclo, chega-se aos resultados apresentados na figura 25.

Linhas	Carregador	Output diário	Tempo de produção (s)	Linhas	Carregador	Output diário	Tempo de produção (s)	
1	QC45	4	12480	1	QC45	4	4264	
2	QC45	4	12480	2	QC45	4	4264	
3	HV160	4	14076	3	HV160	4	3924	
4	HV160	4	14076	4	HV160	4	3924	
5	KSK HV160	3	5061	5	KSK HV160	3	1722	
6	KSK HV160	3	5061	6	KSK HV160	3	1722	
7	Public Charger	8	8424	7	Public Charger	8	3064	
			Abraçadeira				TOTAL (s)	22884
			TOTAL (s)				Ocupação (%)	85%
			Ocupação (%)					
			1890					
			73548					
			272%					

Figura 25 - Tempo total de produção e ocupação antes (à esquerda) e após melhorias (à direita).

Antes das melhorias contabilizou-se a colocação de abraçadeiras nas calhas metálicas, processo que demora, em média, 63 segundos, em todos os 30 carregadores produzidos por dia, perfazendo um total de 1890 segundos extra que não são contabilizados após as melhorias uma vez que é um processo obsoleto nos carregadores analisados.

A taxa de ocupação é calculada dividindo o tempo total de produção calculado pelo tempo planeado de abertura.

Tratando-se de um cenário agressivo para a secção da serralharia, justifica-se a taxa de ocupação elevada, que traduz a necessidade de três operadores, ao invés dos dois que se encontravam a trabalhar na secção. Juntando ao facto de se registarem paragens na produção nas linhas de montagem, não se verificava a necessidade de aumentar o número de colaboradores na área.

Na análise dos tempos após melhorias, conseguiu-se registar uma redução de, aproximadamente, 68,9% face à análise anterior. Esta redução implica a redução do

número de colaboradores para apenas um, sendo que a taxa de ocupação garante conforto para absorver variações no fator de ritmo do operador e possíveis imprevistos encontrados, bem como garantir que o trabalhador tem condições de garantir que processos de limpeza e organização do posto de trabalho não são nunca descuidados.

3.3.2 Aplicação da ferramenta 5S

Atualmente a área da serralharia carece de uma remodelação urgente, uma vez que é a secção mais desorganizada de toda a fábrica. Devido às constantes paragens de produção nas linhas de montagem, a serralharia tem consigo sobreviver sem grandes problemas à procura a que está sujeita. Mas sabendo das intenções de expandir a produção, tornar a organização num ambiente harmonioso e seguidor do pensamento *Lean* e da crescente vontade de receber visitas de clientes e auditores, destacou-se esta secção como uma de urgente alteração para a melhorar, quer no aspeto visual, quer no aspeto funcional.

Com o propósito de solucionar o mais rapidamente possível o problema em mãos, desenvolveu-se um evento *Kaizen* constituído pelos dois elementos que operam na secção, pelo chefe de produção, por uma representante do departamento de Qualidade, Ambiente e Segurança (QAS) e liderada pelo departamento de Engenharia de Processos. O objetivo do evento passou por promover as ideias da filosofia *Lean*, mais concretamente a metodologia 5S, no posto de trabalho e formar os operadores quanto aos conceitos básicos a ter em conta no dia-a-dia.

Sabendo que a metodologia 5S representa cinco fases de elevada importância no *gemba*, sendo elas: triagem, organização, limpeza, normalização e disciplina; procurou-se implementar cada uma delas começando, naturalmente, pela etapa da triagem.

O evento *Kaizen* iniciou com uma breve explicação aos elementos presentes sobre a importância das melhorias a implementar e com uma análise à secção para identificar todo o material desnecessário ao trabalho lá praticado. Na figura 26, podem-se observar objetos considerados excedentários à serralharia.

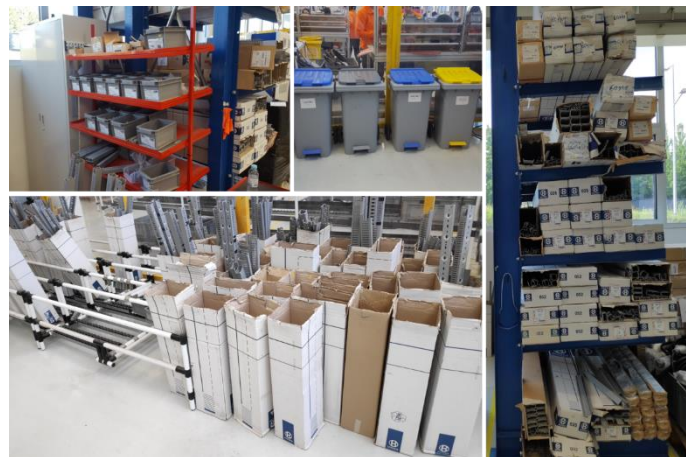


Figura 26 - Identificação de objetos excedentários na serralharia.

Após a primeira análise ficou definida a remoção dos dois armários retratados na figura anterior pelo facto de ambos não possuírem qualquer componente ou ferramenta necessária à serralharia. De seguida, decidiu-se reduzir a dois contentores de reciclagem, uma vez que são a quantidade suficiente para desempenhar devidamente o seu papel, desocupando espaço na área de trabalho. Uma vez que existe um armazém para a matéria-prima, não há necessidade de armazenar todas as caixas de calhas no posto de trabalho, por isso, definiu-se que na estante de matéria-prima apenas ficariam as calhas necessárias a desempenhar o trabalho diário, e o material excedentário seria armazenado no armazém e posteriormente abastecido à linha quando necessário. Por fim, decidiu-se atuar nos recipientes reservados ao transporte das calhas para as linhas. Devido à ocorrência de sobreprodução, nas alturas de maior consumo nas linhas, a serralharia tornava-se lotada de recipientes vazios a ocupar espaço e a criar um ambiente caótico e anárquico, que deixa mal impressionados os clientes e auditores quando visitam as instalações.

Uma das premissas do evento consiste na melhoria do espaço e processos sem gastar dinheiro, mas achou-se que seria importante investir em recipientes para o transporte das calhas mais apelativos do que os restos das caixas de matéria-prima, até então utilizadas. Encontrou-se uma solução acessível, apresentada na figura 27, que consiste num tubo de cartão com uma das extremidades obstruídas por uma tampa plástica, para segurar as calhas. Implementou-se, assim, uma solução acessível e bastante mais apelativa em termos estéticos.



Figura 27 - Tubo de cartão para transporte de calhas.

Após triagem dos objetos desnecessários, procedeu-se à organização do espaço. O ponto de partida para esta etapa foi o supermercado de matéria-prima, cuja falta de critério na organização das calhas provoca atrasos no processo produtivo. Juntando à desorganização, o risco de segurança iminente, observável na figura 28, da atual

disposição das calhas DIN, culminado em acidentes de trabalho como lesões nas costas ao pegar nas calhas DIN ou quedas por tropeçar na palete, obrigou à atuação urgente no método de armazenamento da matéria-prima.



Figura 28 - Disposição das calhas DIN antes das alterações.

Como foi referido anteriormente, realocaram-se as caixas em excesso da estante para o armazém, onde toda a matéria-prima deve ser armazenada, ficando apenas as caixas necessárias à produção diária, dando um reforço nas referências de maior consumo para evitar casos de abastecimento urgente de matéria-prima à serralharia. Na figura 29, pode-se observar o resultado das alterações.

Na altura de definição do método de organização das calhas no supermercado, foi tido em conta o aspeto ergonómico do trabalho, por ter sido um ponto fulcral a melhorar pelo departamento de QAS. Dessa forma, optou-se por armazenar as calhas apenas nas três estantes do meio para evitar esforços desnecessários. A segunda medida passou por armazenar as calhas DIN, por serem as mais pesadas, na estante mais facilmente acessível aos operadores. De seguida, armazenaram-se quatro caixas de cada referência, à exceção da calha PVC 24x40 que foram armazenadas seis caixas. A disposição escolhida foi a ordem crescente de dimensão das calhas, começando por baixo.

Após o devido armazenamento das calhas foi implementado um sistema de controlo de consumo e abastecimento de matéria-prima, regulado por *kanbans* (ver figura 30). Para além de servir de identificação e apoio visual ao colaborador, uma vez que a cada referência está associada uma cor distinta, serve como ordem de abastecimento de uma dada



Figura 29 - Supermercado de matéria-prima após evento *Kaizen*.

referência. O colaborador acabando uma caixa em uso, retira um dos *kanbans* inseridos no porta-etiquetas, e coloca-os num recipiente unido ao supermercado. No início de cada turno, o colaborador responsável pelo abastecimento da matéria-prima na serralharia, desloca-se ao local, retira os *kanbans* do recipiente, e após reabastecimento das referências em falta, volta a colocar os *kanbans* no porta-etiquetas.



121109015	
CLH MET OMEGA 35x15 ZINC BR	
Quantidade por caixa: 10	
Destino: SERRALHARIA	121109015
Zona: SUPERMERCADO	
26-07-2019 (1)	Localização: S2.3

Figura 30 - Exemplo de kanban da matéria-prima na serralharia.

De seguida, alterou-se a disposição das bancadas de trabalho. Sabendo que a marcação do chão de fábrica é importante e deve ser respeitada, realocaram-se as duas mesas com as ferramentas de corte para a área reservada a esse efeito. Previamente, as mesas estavam dispostas aleatoriamente pela secção, dificultando a movimentação e operação de outras tarefas, como rebitagem e furações de componentes, também realizadas esporadicamente na secção da serralharia por outros colaboradores. As bancadas foram dispostas em linha, na área marcada para esse efeito, como se apresentam nas figuras 31 e 32. Em ambas as bancadas adicionou-se um dossiê com os procedimentos operacionais (ver subcapítulo 3.4) de corte e furação (nas calhas DIN) para cada carregador.



Figura 31 - Disposição da ferramenta de corte de calhas PVC.



Figura 32 - Disposição da ferramenta de corte de calhas DIN.

A última fase da organização da serralharia consistiu na passagem de todo o supermercado de produto concluído para a extremidade da secção, aproximando-a das linhas de montagem de forma a facilitar a comunicação entre serralharia e linhas. Solucionou-se o dilema de distinção de que carregador cada recipiente retratava, definindo divisórias específicas para cada carregador e etiquetando-as. Uma vez que as calhas DIN passam a ser distribuídas para as linhas com as calhas PVC, à exceção dos carregadores que consomem exclusivamente calhas DIN, o armário onde previamente se armazenavam todas as calhas metálicas, passa a ser ocupado por caixas dedicadas apenas aos carregadores sem consumo de calha PVC. Na figura 33, apresenta-se o resultado das alterações ao supermercado de produto concluído.

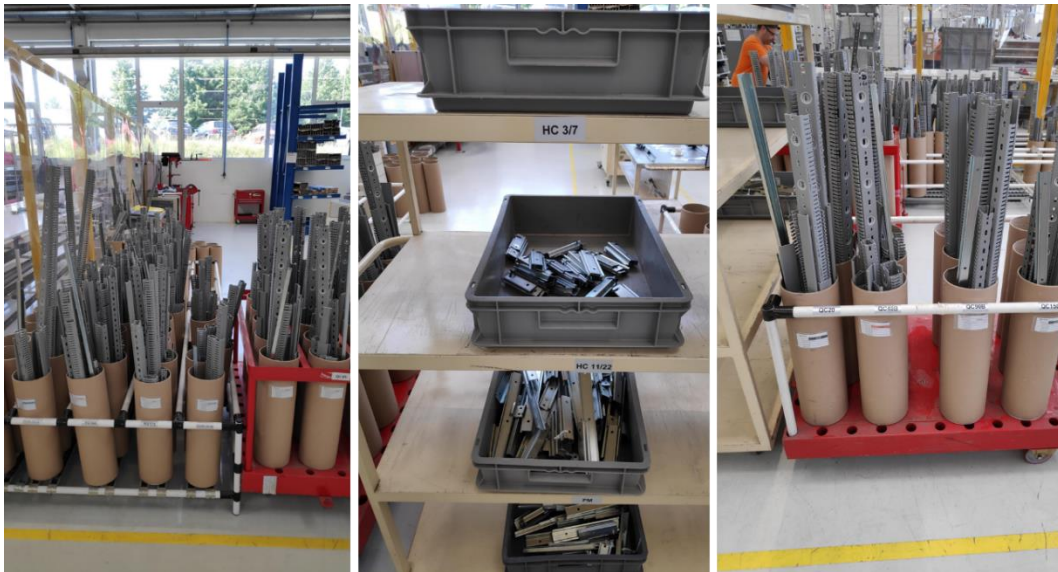


Figura 33 - Supermercado de produto concluído na serralharia.

Após as alterações no espaço físico da serralharia, foram notáveis os ganhos de espaço e conforto na execução das tarefas produtivas. Nas figuras 34, 35 e 36, pode-se ver a secção mais detalhadamente após organização do espaço.



Figura 34 - Serralharia: vista da frente.



Figura 35 - Serralharia: vista lateral.



Figura 36 - Serralharia: vista traseira.

Uma das fases mais importantes da metodologia 5S é a capacidade de manter o espaço físico limpo e arrumado, por isso foi implementada a obrigatoriedade de limpeza diária de toda a secção. O colaborador alocado à área foi instruído da necessidade e benefícios de garantir uma área limpa e fica encarregue de assegurar a limpeza total do espaço, sendo que todos os dias no final do turno deve ter todo o lixo nos contentores apropriados, o chão varrido e todo o material devidamente arrumado.

As boas práticas *Lean* defendem que para obter uma correta implementação da metodologia 5S, deve-se assegurar a normalização e a disciplina. Estas etapas têm como características assegurar que as etapas anteriores são continuamente repetidas e ajudar o colaborador a perceber a importância do seu papel e como desempenhá-lo para

preservar um ambiente de trabalho harmonioso, e dessa forma, instalar uma cultura de autodisciplina e constante procura de melhorias. Com esse espírito, foi implementada uma reunião semanal, a ocorrer todas as segundas-feiras, com a participação de um representante do departamento de Engenharia de Processos, o colaborador alocado à serralharia e o chefe de produção. Nesta reunião realiza-se uma auditoria à secção, através dum controlo de uma *checklist* de 6S (ver apêndice B), para garantir que todas as normas estão a ser cumpridas e estabelecer planos de ações para procurar melhorar os processos produtivos. Na figura 37, apresenta-se o repositório da *checklist* dos 6S e a localização onde ocorre a reunião.



Figura 37 - Controlo da checklist dos 6S na serralharia.

3.3.3 Regulação da produção através de *kanbans*

Ao analisar os processos produtivos da serralharia tornou-se evidente a inexistência de comunicação entre a secção e as restantes áreas fabris. A falta de acesso ao planeamento, juntando às alterações repentinas e diárias nos carregadores a fabricar, geram constantes constrangimentos na produção, quer na ocorrência de sobreprodução dos carregadores considerados *high runners*, quer na falta de carregadores de menor procura quando finalmente entram nas linhas.

Uma vez que a volatilidade do planeamento é um problema recorrente na organização, optou-se por criar um supermercado de produto concluído na serralharia, onde constam todos os carregadores que entram nas várias linhas, e cuja produção é regulada por *kanbans*. Desta forma as variações no planeamento não criam impacto na serralharia nem nas linhas, no que diz respeito às calhas.

O primeiro passo consistiu na criação de *kanbans*, apresentados na figura 38, e na colocação destes nos novos recipientes adquiridos para transporte de calhas.


	
Equipamento	QC45
Localização	Serralharia
Calhas PVC	13
Calhas DIN	13
Quantidade	1

Figura 38 - *Kanban* de produção de calhas para um QC45.

Atribuiu-se uma cor diferente a cada um dos catorze carregadores produzidos na serralharia e definiu-se a quantidade de cada equipamento no supermercado. A quantidade ficou definida pelo consumo máximo que cada carregador pode ter num dia, ou seja, garante-se sempre que no supermercado existem conjuntos de calhas para um turno completo de produção à capacidade máxima. As exceções verificam-se no QC45 que apesar de ser maioritariamente produzido nas linhas 1 e 2, pode também ser produzido na linha 3 em alturas de maior pressão por aproximação do prazo de entrega, por isso garantem-se 12 equipamentos no supermercado.

Definiu-se ainda que os chefes de cada linha passariam a ser os responsáveis por transportar os conjuntos de calhas da serralharia para as respetivas linhas, evitando que o colaborador da serralharia tivesse constantemente a percorrer a fábrica toda. Todos os intervenientes foram formados sobre como proceder no ciclo de produção por *kanbans*, sendo que o chefe de linha ao recolher o conjunto, retira o *kanban* do porta-etiquetas e coloca-o no recipiente do supermercado de produto concluído, como é apresentado na figura 39. Esse *kanban* funciona como ordem de produção de um novo conjunto idêntico, que após conclusão deve ser nele recolocado o *kanban* de produção e devidamente armazenado no supermercado.



Figura 39 - Recipiente para *kanbans* de produção na serralharia.

3.3.4 Elaboração de procedimentos 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 tarefas produtivas segundo procedimentos operacionais. Devido à falta de documentação na secção da serralharia e graças às mudanças nas dimensões das calhas, de forma a aproveitar a furação *standard*, tornou-se imperativo elaborar um dossiê com toda a informação pertinente para o operador exercer a sua função, e desta feita, eliminar os recorrentes erros de dimensões e as dúvidas e respetivas paragens para consulta de informações sobre as calhas, quer nas linhas de montagem, quer no departamento de Engenharia do Produto.

No apêndice C podem ser consultados os procedimentos operacionais de fabrico de calhas PVC e DIN para cada uma das treze famílias de carregadores. É importante notar que foram elaborados dois procedimentos para o Homecharger: o HC3/7 e o HC11/22. Isto deve-se ao facto de ser o único carregador cujas calhas variam conforme as especificações do equipamento. Em suma, o que difere ambos os carregadores é a potência debitada, o que obriga a diferentes configurações no interior do equipamento, e (neste carregador) à necessidade do dobro das calhas DIN (ver figura 23) para o modelo de maior potência.

Cada procedimento operacional consiste num dossiê de quatro páginas, no que concerne os carregadores com necessidade de calhas PVC e DIN, ou de três páginas, para os carregadores que apenas utilizam calhas DIN. O aspeto do dossiê está representado na figura 40.

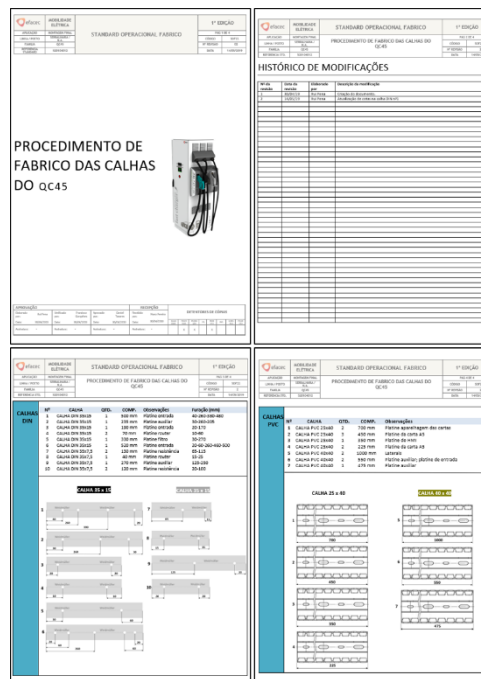


Figura 40 - Exemplo da estrutura de um procedimento operacional da serralharia.

A primeira página está reservada à capa. Nela está contido um cabeçalho com informação relativa ao carregador cujo procedimento diz respeito, bem como código utilizado pelo departamento de Engenharia de Processos para organizar os procedimentos de toda a fábrica. Contêm, ainda, informação sobre a revisão em que se encontra, sendo que será alterada sempre que houver modificações ao ficheiro. Por último, foi incluída uma ilustração do carregador e um rodapé com as assinaturas do responsável pela elaboração do documento, pelo responsável do departamento de Engenharia de Processos, pelo responsável da produção e pelo chefe de secção. Há ainda, um espaço reservado para a informação de quais departamentos possuem uma cópia do procedimento.

A segunda página diz respeito ao histórico de modificações do ficheiro. Sempre que se efetuar alguma alteração ao ficheiro, têm de se discriminar nesta página a data da alteração, o responsável e a descrição da alteração. O responsável está, também, encarregue de alterar o número da revisão e a data no cabeçalho do documento.

A terceira página está reservada ao processo de corte e furação das calhas DIN. Colocou-se uma tabela com a informação do tipo de calha a utilizar pelo operador, a quantidade necessária e o comprimento a que esta deve ser cortada. Existe um espaço para observações onde se indica o local onde a calha será montada no carregador, e a quantidade de furações bem como as suas cotas à extremidade da calha. Por fim, adicionaram-se ilustrações para facilitar a visualização das cotas e a posição da calha na ferramenta de corte e furação das calhas DIN.

A última página, nos equipamentos que necessitam, está reservada para o corte de calhas PVC. À semelhança da página referente às calhas DIN, existe uma tabela com a informação pertinente ao colaborador, excetuando os dados referentes à furação, uma vez que não se aplica a estas calhas. Incluíram-se, também, ilustrações com as cotas de corte discriminadas, com o mesmo propósito de facilitar a visualização do operador. Este dossiê encontra-se no posto de trabalho do operador, numa posição que permita uma fácil consulta sem causar constrangimentos à produção.

3.3.5 Organização e identificação da matéria-prima

Um dos conceitos mais importantes da filosofia *Lean*, reside na capacidade de garantir um ambiente de trabalho organizado e bem estruturado, de forma a garantir as melhores condições possíveis para potencializar os processos produtivos.

Analisando os processos de produção da cablagem, notou-se uma grande falha no armazenamento da cablagem na estante dedicada à matéria-prima. Foi possível constatar uma falha de critério de armazenamento de cabos na estante, e inexistência de etiquetas de identificação da cablagem. Esta falha provoca confusão na consulta da estante e, conseqüentemente, atrasos no tempo de *changeover*, relativos à troca de cabo a cortar na Komax.

Na figura 41, pode-se ver a estante antes de haver intervenção no sentido de a organizar. As caixas são abastecidas de forma aleatória e o operador apenas as distingue

observando os códigos inscritos na caixa, mesmo não sendo a consulta mais intuitiva, como se pode comprovar na figura 42.



Figura 41 - Supermercado de matéria-prima antes de implementar melhorias.



Figura 42 - Exemplo de etiqueta da cablagem, proveniente do fornecedor.

A primeira ação de melhoria passou por definir um critério de organização das caixas de cabos na estante. Uma vez que as características que distinguem os vários cabos são a secção de cabo e a sua cor, implementou-se uma organização por ordem crescente de secção e ordem alfabética pela cor. A estante possui dez prateleiras, sendo que só se utilizam as nove superiores por questões ergonómicas. As quatro prateleiras superiores acondicionam oito caixas de cabo, por se tratar de secções mais pequenas (0,5; 0,75; 1; 1,5 e 2,5 mm²). A quinta prateleira armazena sete caixas, as duas seguintes armazenam seis caixas e bobines, e as últimas apenas armazenam cinco caixas e bobines devido à elevada secção de cabo (10 mm²). Na figura 43, é possível observar a disposição da cablagem no supermercado de matéria-prima.



Figura 43 - Supermercado de matéria-prima após implementar melhorias.

Em cada localização adicionou-se um porta-etiquetas e o seu respetivo *kanban*, com toda a informação necessária aos colaboradores, quer os que operam a Komax, quer o operador da Logística que faz o abastecimento da matéria-prima vinda do armazém. Na figura 44 está representado um exemplo de *kanban* utilizado na estante.



Figura 44 - Exemplo de *kanban* utilizado no supermercado.

Cada *kanban* é constituído pela mesma informação. Em destaque está o nome do cabo atribuído pelo armazém quando foi criada a referência na base de dados e a respetiva referência interna. O nome encontra-se realçado com a cor do cabo para facilitar a consulta visual na estante. Contem também informação relativa à quantidade de cabo por recipiente, bem como a localização da referência na estante, para orientar o colaborador do armazém quando abastece as referências no supermercado. O código de localização inicia com as letras “EUL” que representam “Estante de cabos UL” (certificação americana a que os cabos estão sujeitos), seguidos de dois números: o primeiro indica a posição da prateleira (sendo 1 a prateleira mais alta) e o segundo a posição na prateleira (iniciado da esquerda para a direita). Apesar de, atualmente, ser

um processo manual, inseriu-se em todos os *kanbans* um código de barras com a número de referência do armazém, para no futuro automatizar o processo de abastecimento de matéria-prima recorrendo à utilização de leitores de códigos de barras que transmitem toda a informação para a base de dados.

Por fim, colocaram-se porta-etiquetas na traseira da estante para facilitar o trabalho do operador do armazém, uma vez que o abastecimento é feito de trás para a frente.

Com o intuito de quantificar os ganhos após implementação das melhorias no supermercado, procedeu-se à recolha de dez amostras do processo de *changeover* de cabos na Komax, antes e após alterações. A amostragem e respetivos tempos estão retratados no apêndice D, e após análise da média dos tempos de *changeover* pode-se concluir que se registou uma passagem de 67 para 57 segundos, o que se traduz numa redução de 14,9% no tempo médio de *changeover* de cabos.

3.3.6 Cálculo dos consumos e estabelecimento de processos de abastecimento à cablagem

Um dos grandes problemas detetados no setor da cablagem é a perda de tempo gerada pela falta de cablagem no supermercado de matéria-prima, ou até mesmo a ausência de *stock* de uma certa referência causada pelo atraso a efetuar uma encomenda. Isto acontece devido à inexistência de processos de abastecimento de cablagem do armazém até ao supermercado e de critério no momento de gerar nova encomenda ao fornecedor.

Como ponto de partida para a resolução do problema, tornou-se pertinente calcular o consumo semanal de cabos para os vários carregadores, para poder elaborar uma ferramenta que permita definir o nível de reposição de cablagem que será o ponto chave no processo de gerar encomendas.

Apesar de na serralharia as personalizações dos carregadores não afetarem a produção de forma alguma, na secção da cablagem acontece o oposto. Cada personalização implica o uso de cabos diferentes, sendo que as principais alterações acontecem quando se trata de produtos vendidos para a América ou para o resto do mundo. Isto acontece devido à certificação a que os componentes utilizados no carregador estão sujeitos. Na América exigem a certificação UL presente em todos os componentes, sendo que na Europa basta a certificação CE. Esta diferenciação implica alterações de cablagem, e por isso torna-se pertinente contabilizar os equipamentos UL e CE. Atualmente, apenas o HV160, HV175, KIOSK HV160 e QC45 são produzidos com ambas as certificações.

Analisando o planeamento de produção do mês de janeiro e fevereiro, estimou-se a quantidade de cada carregador a ser produzido semanalmente nas sete linhas de montagem. Relembrando a análise retratada na figura 24, decidiu-se concentrar o foco apenas nos produtos de classe A e B. Através da percentagem de equipamentos por linha de produção, estimou-se a produção semanal, tendo em conta o *output* por dia para cada equipamento. Na tabela 14, podem-se consultar os resultados obtidos quanto à produção semanal.

Tabela 14 - Definição da produção semanal para cálculo dos consumos de cabos.

Carregador	Linhas de montagem	Percentagem por linha	Produção semanal
Homecharger (HC)	7	50%	16
HV160 CE	3 e 4	20%	8
HV160 UL	3 e 4	20%	8
HV175 CE	3 e 4	40%	16
HV175 UL	3 e 4	20%	8
KIOSK HV160 CE	5 e 6	47%	14
KIOSK HV160 UL	5 e 6	33%	10
KIOSK HV175 CE	5 e 6	20%	6
Pole Mount (PM)	7	25%	8
Public Charger (PP)	7	25%	8
QC45 CE	1 e 2	80%	32
QC45 UL	1 e 2	20%	8

Depois de definidos os pressupostos quanto à produção semanal, elaborou-se a ferramenta recorrendo ao Microsoft Excel, que pode ser consultada no apêndice E.

A primeira tarefa após criação do ficheiro passou por agregar a informação da quantidade de cabos, em milímetros, que os equipamentos de classe A e B requerem de cada uma das referências de cabos. Para além dos carregadores referidos, achou-se pertinente adicionar uma coluna com a personalização AC, uma vez que esta requer uma elevada quantidade de cabos e é um requisito da grande maioria dos carregadores QC45.

Tendo a informação reunida quanto ao consumo de cabos por carregador e a produção semanal, procedeu-se ao cálculo do nível de reposição de cada uma das referências. Na figura 45, está um excerto da ferramenta que representa a parte dos cálculos.

Desperdício KOMAX	Variações ao LTF e ao Mix semanal
5%	50%

Código	Descrição	Consumo Semanal (mm)	LT (Semanas)	Lote (mm)	Nível de Reposição	Lote
130504842	CAB UL 600V 0,5mm AMARELO	330960	2	100000	10	10
130504749	CAB UL 600V 0.5mm AZUL	2056446	2	3000000	3	3
130504750	CAB UL 600V 0.5mm BRANCO	1923831	2	3000000	2	2
130504511	CAB UL 600V 0.5mm CASTANHO	2180724	2	3000000	3	3
130504823	CAB UL 600V 0.5mm CINZENTO	222978	2	100000	7	7
130504510	CAB UL 600V 0.5mm LARANJ	13860	2	100000	1	1
130504751	CAB UL 600V 0.5mm PRETO	2662695	2	3000000	3	3
130504307	CAB UL 600V 0.5mm VERDE	45444	2	100000	2	2
130504752	CAB UL 600V 0.5mm VERMELHO	1841364	2	3000000	2	2
130504304	CAB UL 600V 0.75mm AZUL	18060	2	100000	1	1
130504305	CAB UL 600V 0.75mm BRANCO	52878	2	100000	2	2
130504306	CAB UL 600V 0.75mm PRETO	18900	2	100000	1	1
130504308	CAB UL 600V 0.75mm VERMELHO	18060	2	100000	1	1
130504840	CAB UL 600V 1mm AZUL	164808	2	100000	5	5
130504753	CAB UL 600V 1mm BRANCO	243684	2	100000	8	8
130504756	CAB UL 600V 1mm CASTANHO	354480	2	100000	11	11
130504754	CAB UL 600V 1mm PRETO	552880	2	2000000	1	1
130504301	CAB UL 600V 1mm VERDE	707280	2	2000000	2	2
130504657	CAB UL 600V 1mm VERD / AMAR	740292	2	2000000	2	2
130504755	CAB UL 600V 1mm VERMELHO	2016	2	100000	1	1
130504599	CAB UL 600V 1.5mm AMARELO	19740	2	100000	1	1
130504817	CAB UL 600V 1.5mm AZUL	351288	2	100000	11	11
130504298	CAB UL 600V 1.5mm BRANCO	433104	2	1500000	1	1
130504299	CAB UL 600V 1.5mm CASTANHO	611856	2	1500000	2	2
130504535	CAB UL 600V 1.5mm LARANJ	8736	2	100000	1	1
130504300	CAB UL 600V 1.5mm PRETO	1123931	2	1500000	3	3
130504759	CAB UL 600V 1.5mm VERDE	2100	2	100000	1	1
130504819	CAB UL 600V 1.5mm VERD/AMARELO	37800	2	100000	2	2
130504509	CAB UL 600V 1.5mm VERMELHO	525630	2	1500000	2	2
130504315	CAB UL 600V 10mm AMARELO	42546	2	100000	2	2
130504316	CAB UL 600V 10mm CASTANHO	38346	2	100000	2	2
130504317	CAB UL 600V 10mm LARANJA	38472	2	100000	2	2
130504318	CAB UL 600V 10mm VERDE	3696	2	100000	1	1
130504828	CAB UL 600V 10mm VERD/AMARELO	105000	2	100000	4	4
130504292	CAB UL 600V 2.5mm AMARELO	51366	2	100000	2	2
130504835	CAB UL 600V 2.5MM AZUL	89376	2	100000	3	3
130504293	CAB UL 600V 2.5mm BRANCO	30072	2	100000	1	1
130504295	CAB UL 600V 2.5mm CASTANHO	263004	2	100000	8	8
130504843	CAB UL 600V 2,5mm CINZA	85428	2	100000	3	3
130504294	CAB UL 600V 2.5mm LARANJA	88326	2	100000	3	3
130504296	CAB UL 600V 2.5mm PRETO	863713	2	100000	26	26
130504788	CAB UL 600V 2.5mm VERDE	68208	2	100000	3	3
130504864	CAB UL 600V 2.5mm VERD/AMARELO	60480	2	100000	2	2
130504297	CAB UL 600V 2.5mm VERMELHO	127260	2	100000	4	4
130504289	CAB UL 600V 4mm PRETO	57120	2	100000	2	2
130504290	CAB UL 600V 4mm VERDE	17220	2	100000	1	1
130504291	CAB UL 600V 4mm VERMELHO	62328	2	100000	2	2
130504832	CAB UL 600V 6mm AZUL	100464	2	100000	4	4
130504534	CAB UL 600V 6mm CASTANHO	70308	2	100000	3	3
130504833	CAB UL 600V 6mm CINZENTO	67788	2	100000	3	3
130504286	CAB UL 600V 6mm PRETO	73248	2	100000	3	3
130504287	CAB UL 600V 6mm VERDE	170436	2	100000	6	6
130504834	CAB UL 600V 6mm VERD/AMARELO	337134	2	100000	11	11

Figura 45 - Excerto da ferramenta para calcular o nível de reposição da cablagem.

O excerto anterior consiste em sete colunas, onde as duas primeiras indicam a referência e o nome de cada cabo segundo a base de dados do armazém. A coluna seguinte representa o consumo semanal, em milímetros, de cada cabo tendo por base a produção semanal e um acréscimo de 5% para cobrir os desperdícios gerados na Komax. A quarta coluna representa o *lead time* do fornecedor, que é de duas semanas para qualquer tipo de cabo. A quinta coluna indica a quantidade de cabo, em milímetros, que cada caixa transporta. A coluna seguinte, representa o nível de reposição do cabo,

ou seja, trata-se do número de caixas de cabos que indica ao operador do armazém quando deve executar a encomenda dessa referência. Este valor é calculado multiplicando o consumo semanal pelo *lead time* do fornecedor e dividindo pela quantidade por embalagem, de forma a obter o número de caixas. A esse valor ainda se adiciona um aumento de 50% para acautelar variações à produção semanal e a atrasos da parte do fornecedor. Em suma, traduz-se na garantia que existe *stock* para consumo ininterrupto durante três semanas sem acontecer rutura. A última coluna representa a quantidade de caixas a encomendar ao fornecedor, que se decidiu ser igual ao nível de reposição.

Após análise dos resultados obtidos, decidiu-se atuar nas referências de maior consumo com o propósito de reduzir a quantidade de encomendas e de abastecimentos ao setor. Após reunião com o fornecedor surgiu a opção de alterar o recipiente, passando de uma caixa de 100 metros para um *conipack* de 3000 metros para os cabos de secção 0,5 mm², 2000 metros para os cabos de 1 mm² e 1500 metros para os cabos de 1,5 mm². Devido à atual incapacidade de armazenar mais *conipacks*, escolheram-se as 12 referências, entre as três secções de cabo referidas anteriormente, com maior consumo para fazer a mudança de recipiente. Na ferramenta encontram-se preenchidas a verde. O cabo preto de secção 2,5 mm², devido à sua elevada utilização e incapacidade de alterar para *conipack*, está em processo de negociação com o fornecedor com o propósito de arranjar uma alternativa às caixas de 100 metros.

A estante reservada às 12 *conipacks* (ver figura 46), encontra-se identificada segundo a mesma metodologia do supermercado de matéria-prima, sendo o kanban de identificação semelhante, mudando apenas o nome da localização, como está ilustrado na figura 47.



Figura 46 - Estante dedicada ao armazenamento dos *conipacks*.



Figura 47 - Exemplo de kanban utilizado nos *conipacks*.

Após estabelecido o nível de reposição da cablagem, importa definir processos de abastecimento à secção e de encomenda ao fornecedor, de forma a eliminar de vez as paragens ou atrasos por falta de matéria-prima.

O método mais prático de regular o *stock* de matéria-prima na secção da cablagem passa por aproveitar os porta-etiquetas na estante e utilizar os *kanbans* para dar ordem de abastecimento ao operador da logística. No supermercado, existe espaço para acondicionar quatro caixas por referência nos cabos de secção até 2,5 mm², três caixas para os cabos de 4 a 6 mm² e duas bobines para os cabos de 10 mm² de secção. Nesse sentido, em cada porta-etiquetas existe essa quantidade de *kanbans*. O operador da Komax quando acaba uma caixa, retira um dos *kanbans* da respetiva referência e coloca num recipiente adicionado ao supermercado (ver figura 48) que funciona como ordem de abastecimento ao colaborador do armazém.



Figura 48 - Recipiente para *kanbans* no supermercado.

O colaborador do armazém, previamente selecionado para desempenhar a função de recolha, retira diariamente todos os *kanbans* do reservatório no final do seu turno e coloca no recipiente do armazém, retratado na figura 49.



Figura 49 - Recipiente para *kanbans* no armazém.

No dia seguinte, ao iniciar o turno, o colaborador responsável pelo abastecimento de matéria-prima aos postos de trabalho tem ao seu dispor toda a informação necessária para abastecer as caixas com a referência em falta. Ao fazê-lo, volta a inserir os *kanbans* nas respetivas porta-etiquetas dando por terminado o ciclo.

No que diz respeito ao processo de gerar encomendas de matéria-prima, foram estabelecidos procedimentos semelhantes ao abastecimento interno. Para auxiliar a tarefa de gerir as caixas de cablagem, foram inseridos no armazém dois *kanbans* por cada referência nos seus locais de armazenamento (ver figura 50).



Figura 50 - Exemplo de *kanbans* no armazém. À esquerda, cartão fixo para indicar a referência, à direita, cartão amovível para gerar encomenda.

O primeiro *kanban* é fixo e serve apenas para consulta e auxiliar o operador. Contém informação quanto à referência e descrição do cabo, bem como o formato da embalagem (caixa ou *conipack*), a quantidade por embalagem, a zona de abastecimento e o nível de reposição.

O segundo *kanban* é amovível, e encontra-se afixado à estrutura metálica recorrendo a fita adesiva magnética. Este é o cartão que gera a encomenda do respetivo cabo. Quando a quantidade de caixas no armazém atinge o nível de reposição, o colaborador retira o *kanban* de encomenda, e coloca-o no recipiente designado para esse efeito, retratado na figura 51.

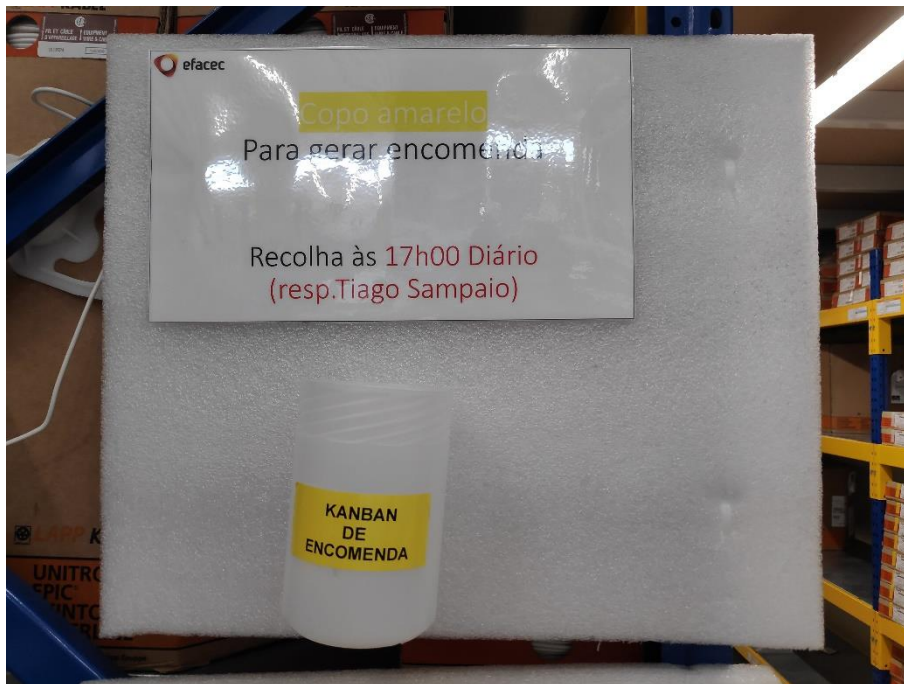


Figura 51 - Recipiente dedicado aos *kanbans* de encomenda.

Todos os dias às 17h o chefe de equipa do armazém verifica se existem *kanbans* de encomenda no recipiente e recolhe-os para os transportar até à gestora de aprovisionamento responsável pelas encomendas de cablagem. Foi definida esta hora por coincidir com uma reunião diária entre o chefe do armazém e os gestores de aprovisionamento, evitando deslocações desnecessárias.

Após receção do *kanban* de encomenda, a gestora de aprovisionamento procede à criação de uma nova ordem de encomenda das referências necessárias, sabendo que a quantidade de embalagens a encomendar é a indicada no nível de reposição, e contacta o fornecedor para agilizar o melhor método de entrega para ambas as partes. Uma vez efetuado o pedido de compra, a gestora de aprovisionamento devolve os *kanbans* de encomenda ao chefe do armazém que os deposita num recipiente, onde fica até a matéria-prima ser entregue pelo fornecedor (ver figura 52).



Figura 52 . Recipiente dedicado à receção de cablagem.

O *kanban* de encomenda fica guardado no recipiente dedicado à receção de matéria-prima, até a respetiva referência ser entregue. Quando o fornecedor efetuar a entrega do material encomendado, o operador que efetua a receção no armazém, armazena a embalagem no local correspondente e retira o *kanban* de encomenda do recipiente e volta a afixá-lo na estante, dando por terminado o ciclo de encomenda de cablagem.

Após definidos os processos de gerar encomenda e de abastecimento de matéria-prima aos postos de trabalho, foi elaborado um workshop para formar todos os intervenientes dos procedimentos a executar e qual o papel que cada um desempenha. Contactou-se, também, o fornecedor para contextualizar as diferenças de procedimentos e estudar a viabilidade da sua parte para a implementação da nova estratégia de encomenda, pelo que foi prontamente aprovada.

3.3.7 Implementação de um quadro de controlo com ordens de produção e KPIs

Com o intuito de diminuir os tempos de paragem dos colaboradores da secção da cravação, quer no início dos turnos, quer entre conjuntos de carregadores, foi desenvolvido um quadro para seguir de guia de produção a todos os colaboradores da área. O quadro está representado na figura 53.



Figura 53 - Quadro de controlo da produção.

A estrutura do quadro foi desenvolvida com a premissa de ser de fácil leitura e compreensão a toda a gente que o contemple, mesmo que não esteja a par dos processos produtivos. Dessa forma, dividiu-se o quadro em três secções principais. A primeira secção serve de introdução e apresenta o *layout* da área da cravação e os intervenientes nos processos produtivos, consoante as suas disposições nas bancadas, incluindo também a chefe de secção. À esquerda reservou-se um espaço para assinalar os casos de absentismo do presente dia. Uma vez que cada fotografia com o respetivo nome está afixada com fita adesiva magnética, é possível deslocá-la para a área do absentismo, e vice-versa, com facilidade. A primeira parte pode ser consultada, mais detalhadamente na figura 54.



Figura 54 - Primeira secção do quadro da cravação.

A segunda secção está reservada para as ordens de produção, e trata-se da parte mais importante para os colaboradores. É nesta área que estão disponibilizados os carregadores a produzir por cada bancada. Uma vez que o *takt time* das linhas de montagem é de 120 minutos e que cada carregador demora mais tempo a ser cravado, existe a necessidade de criar equipas, com mais do que uma bancada, que trabalhem num mesmo carregador. Tendo isso em conta, e sabendo que existem alterações nas equipas, construiu-se o modelo apresentado na figura 55, que permite a construção das equipas conforme for mais conveniente à chefe de secção.

Controlo Diário Produção																													
Bancadas	Planeamento				Observações																								
Bancada 1	NP Série: 6006 Equipamento: QC 45 DCA DCA CE	NP Série: 6007 Equipamento: QC 45 DCA DCA CE	NP Série: 6008 Equipamento: QC 45 DCA DCA CE	NP Série: 6009 Equipamento: QC 45 DCA DCA CE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dia</th> <th>Objetivo</th> <th>Realizado</th> <th>Observações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2ª</td><td>2</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3ª</td><td>2</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>4ª</td><td>4</td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5ª</td><td>4</td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>6ª</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Dia	Objetivo	Realizado	Observações	2ª	2	2		3ª	2	2		4ª	4	4		5ª	4	4		6ª			
Dia	Objetivo	Realizado	Observações																										
2ª	2	2																											
3ª	2	2																											
4ª	4	4																											
5ª	4	4																											
6ª																													
Bancada 2																													
Bancada 3																													
Bancada 4	NP Série: 6010 Equipamento: QC 45 DCA DCA CE	NP Série: 6011 Equipamento: QC 45 DCA DCA CE	NP Série: 6012 Equipamento: QC 45 DCA DCA CE	NP Série: 6013 Equipamento: QC 45 DCA DCA CE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dia</th> <th>Objetivo</th> <th>Realizado</th> <th>Observações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2ª</td><td>2</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3ª</td><td>2</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>4ª</td><td>3</td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>5ª</td><td>4</td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>6ª</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Dia	Objetivo	Realizado	Observações	2ª	2	2		3ª	2	2		4ª	3	3		5ª	4	4		6ª			
Dia	Objetivo	Realizado	Observações																										
2ª	2	2																											
3ª	2	2																											
4ª	3	3																											
5ª	4	4																											
6ª																													
Bancada 5																													
Bancada 6	NP Série: 6024 Equipamento: KIOSK HV 160 CE	NP Série: 6023 Equipamento: KIOSK HV 160 CE			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dia</th> <th>Objetivo</th> <th>Realizado</th> <th>Observações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2ª</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>3ª</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>4ª</td><td>2</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>5ª</td><td>2</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>6ª</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Dia	Objetivo	Realizado	Observações	2ª	1	1		3ª	1	1		4ª	2	2		5ª	2	2		6ª			
Dia	Objetivo	Realizado	Observações																										
2ª	1	1																											
3ª	1	1																											
4ª	2	2																											
5ª	2	2																											
6ª																													
Bancada 7	NP Série: 6019 Equipamento: PP CE	NP Série: 6018 Equipamento: PP CE	NP Série: 6019 Equipamento: PP CE	NP Série: 6020 Equipamento: PP CE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dia</th> <th>Objetivo</th> <th>Realizado</th> <th>Observações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2ª</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>3ª</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>4ª</td><td>5</td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>5ª</td><td>4</td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>6ª</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Dia	Objetivo	Realizado	Observações	2ª	1	1		3ª	1	1		4ª	5	5		5ª	4	4		6ª			
Dia	Objetivo	Realizado	Observações																										
2ª	1	1																											
3ª	1	1																											
4ª	5	5																											
5ª	4	4																											
6ª																													
Bancada 8	NP Série: 6023 Equipamento: HV 135 CE	NP Série: 6024 Equipamento: HV 135 CE	NP Série: 6025 Equipamento: HV 135 CE	NP Série: 6026 Equipamento: HV 135 CE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dia</th> <th>Objetivo</th> <th>Realizado</th> <th>Observações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2ª</td><td>2</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3ª</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>4ª</td><td>5</td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>5ª</td><td>4</td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>6ª</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Dia	Objetivo	Realizado	Observações	2ª	2	2		3ª	1	1		4ª	5	5		5ª	4	4		6ª			
Dia	Objetivo	Realizado	Observações																										
2ª	2	2																											
3ª	1	1																											
4ª	5	5																											
5ª	4	4																											
6ª																													
Bancada 9																													
Bancada 11	SUPERMERCADO	SUPERMERCADO			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dia</th> <th>Objetivo</th> <th>Realizado</th> <th>Observações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2ª</td><td>8</td><td>8</td><td></td></tr> <tr><td>3ª</td><td>7</td><td>7</td><td></td></tr> <tr><td>4ª</td><td>19</td><td>19</td><td></td></tr> <tr><td>5ª</td><td>18</td><td>18</td><td></td></tr> <tr><td>6ª</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Dia	Objetivo	Realizado	Observações	2ª	8	8		3ª	7	7		4ª	19	19		5ª	18	18		6ª			
Dia	Objetivo	Realizado	Observações																										
2ª	8	8																											
3ª	7	7																											
4ª	19	19																											
5ª	18	18																											
6ª																													
Bancada 12																													

Figura 55 - Segunda secção do quadro da cravação.

As equipas são construídas tendo em conta os carregadores a produzir. À frente da constituição das equipas são colocados os cartões com a informação dos carregadores a cravar ao longo do turno. Os cartões estão armazenados num recipiente unido ao quadro e estão distinguidos por cor. Contam com um espaço a ser preenchido pela chefe de secção com o número de série do carregador e um espaço para a designação e personalizações. Na figura 56, apresentam-se quatro exemplos dos cartões utilizados no quadro.

Nº Série:	Nº Série:
Equipamento	Equipamento
QC	HV
_____	_____
Nº Série:	Nº Série:
Equipamento	Equipamento
PP	KIOSK
_____	_____

Figura 56 - Exemplos de cartões de produção do quadro da cravação.

Por fim, adicionou-se um espaço para as observações necessárias relativas à produção diária por equipa. Este espaço é preenchido com a quantidade de produção prevista e realizada, tendo ainda um local para justificar o não cumprimento do objetivo planeado, quando este ocorre. O engenheiro responsável pela secção da cablagem, em conjunto com a chefe de equipa, devem avaliar as observações resultantes do não cumprimento do output previsto e tomar ações para garantir que se cumpro o planeado.

A terceira secção consta da parte de análise de output e controlo de matéria-prima. Na figura 57, pode-se observar ao detalhe a secção do quadro em questão.



Figura 57 - Terceira secção do quadro da cravação.

A primeira tabela, à esquerda, é representativa do *output* diário de carregadores na secção da cravação. É um indicador que ajuda os responsáveis da secção a detetar desvios de produção para os tentar eliminar. A azul é demonstrado o *output* planeado e a verde o realizado. De seguida, encontra-se uma tabela com o propósito de servir de registo das faltas de matéria-prima, havendo espaço para escrever o nome do componente em falta e o respetivo código de armazém, para facilitar o trabalho de reposição. A última tabela corresponde aos erros de qualidade dos componentes que possam surgir. Em caso de ocorrência de algum erro, a chefe de secção deve preencher a tabela com o número de erros verificados no componente e qual o erro associado, para posteriormente ser analisado pelo departamento de Qualidade.

Achou-se pertinente criar um controlo dos 6S nesta secção da cablagem, que se tinha vindo a constatar estar a ser uma metodologia negligenciada pelos colaboradores e supervisores. Portanto, iniciou-se um controlo e registo diário dos 5S por bancada ao encargo da chefe de secção, e uma análise mais minuciosa elaborada semanalmente pelo responsável de Engenharia de Processos alocado à cablagem e o chefe de produção, onde se verificam os pontos tidos como essenciais para o cumprimento dos 6S no posto de trabalho. A *checklist* dos 6S da secção da cravação pode ser consultada no apêndice F.

Por último, e com o *mindset* de procurar sempre a melhoria, foi criada uma tabela de planos de ações, onde qualquer interveniente pode propor sugestões de melhoria e ações para as garantir. A estrutura da tabela consiste em cinco colunas. A primeira representa a descrição da ação de melhoria; a segunda trata de identificar o responsável pela ação e de garantir que esta é fechada com sucesso; a terceira e quarta representam a data em que a ação foi atribuída e à data a que esta tem de ser concluída; por último colocou-se uma coluna referente ao *status* da ação, seguindo a metodologia PDCA, onde 25% (*Plan*) representa uma ação planeada, 50% (*Do*) a ação encontra-se em execução, 75% (*Check*) ação executada, mas em testes e possíveis melhorias e 100% (*Act*) quando a ação está testada e implementada. O controlo das ações, é realizado na reunião semanal entre o representante de Engenharia de Processos, chefe de produção e chefe de secção onde ocorre, também, a verificação da *checklist* dos 6S.

Estas tabelas encontram-se afixadas num dos quadros ao lado do quadro de controlo de produção da cravação, e pode ser consultado na figura 58.

Excetuando a *checklist* e o plano de ações, todas as tabelas e gestão de produção são elaboradas pela chefe de secção. Para evitar as paragens de tempo produtivo dos colaboradores, definiu-se que a chefe de secção planeia a produção e elabora o quadro com toda a informação necessária aos operadores no final do turno, para que no início do turno, no dia seguinte, os trabalhadores comecem logo a trabalhar, reduzindo os tempos de paragem. É também no final do turno, que a chefe de secção preenche as informações relativas ao *output* do presente dia e justifica os desvios, caso se verifiquem, e efetua um controlo do cumprimento dos 5S por bancada.



Figura 58 - Quadro com controlo 5S por bancada, 6S e plano de ações.

3.3.8 Estudo de aquisição de uma máquina automática de corte e cravação

Com vista o futuro da organização, importa criar condições que permitam o natural crescimento de encomendas inerentes à expansão do mercado em que se encontra inserido. Para tal, e uma vez que a cablagem é a secção da fábrica mais saturada, é obrigatório reduzir o tempo de ciclo do corte e cravação que atualmente condicionam o aumento do *output* diário de carregadores. A opção de aumentar o número de bancadas e o *head count* da cablagem foi desconsiderada por falta de espaço e por ser considerado um passo dado numa direção diferente à procurada na EEM. A solução mais viável encontrada foi a da automatização dos processos de corte e cravação da cablagem. Uma vez que foi disponibilizado, pela organização, um orçamento para investir em tecnologia de otimização de processos, decidiu-se investir na aquisição de uma máquina automática de corte e cravação: a Komax Zeta 640, representada na figura 59.

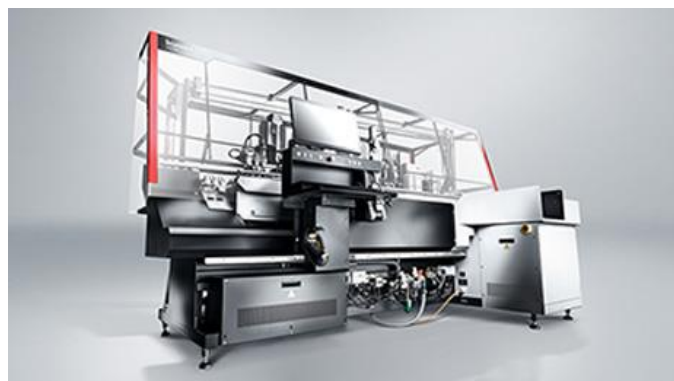


Figura 59 - Komax Zeta 640 (fonte: Komax, 2019).

Iniciou-se o contacto com a empresa distribuidora da máquina que assegurou o alcance dos objetivos pretendidos com este investimento: aumentar a produtividade e eficiência; reduzir o tempo de ciclo e o *lead time* da cablagem e garantir a estabilidade dos processos. Ao explicar o processo produtivo e o tipo de matéria-prima utilizada, começaram a surgir constrangimentos relativos à capacidade de a máquina processar toda a cablagem e ponteiras/terminais necessárias.

As limitações da Zeta 640 prendem-se na incapacidade de processar cablagem com secção superior a 6 mm², comprimento inferior a 100 mm e superior a 1800 mm. Possui ainda um limite de 36 estações diferentes para cablagem, e cinco módulos de processamento de terminais para cravação, sendo que existe a possibilidade de expandir para 10 módulos. Apesar de ser incapaz de processar muitas referências de terminais diferentes, não causa constrangimento à produção da EEM, devido à opção de inserir na máquina a aplicação de compactação ultrassónica, que elimina a necessidade de cravar e, portanto, de utilizar muitos módulos de ponteiras/terminais. Após análise e testes nos cabos (ver figura 60), decidiu-se incorporar esta aplicação na solução a adquirir.

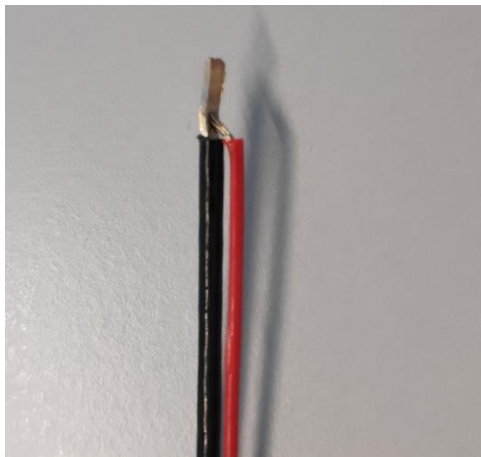


Figura 60 - Cablagem com compactação ultrassónica.

Uma vez que um dos propósitos da aquisição da presente máquina é a redução ao máximo de *changeovers*, e para isso significaria garantir que as trocas de cablagem só ocorreriam quando a embalagem terminasse e não trocas entre diferentes referências, torna-se imperativo garantir que o máximo de referências diferentes na cablagem não excede o limite de 36 imposto pela máquina, entre as secções de 0,5 mm² a 6 mm². Atualmente existem 48 referências diferentes entre essas secções, pelo que urge tentar reduzir a variabilidade de forma a otimizar os processos.

Para conseguir efetuar alterações tão bruscas nos equipamentos, tornou-se obrigatório recorrer à ajuda de outros departamentos. Elaborou-se uma equipa para desenvolver este caso de estudo, constituída por elementos do departamento de Investigação e Desenvolvimento (I&D), Engenharia do Produto e liderada pelo departamento de Engenharia de Processos. Os elementos do primeiro departamento focaram-se no aspeto elétrico e possíveis constrangimentos que pudessem surgir com as alterações de

cablagem, bem como conflitos com as certificações, sendo que neste aspeto dividiram responsabilizações com o departamento de Engenharia do Produto, que ainda se focou nas alterações mecânicas a que os carregadores estariam sujeitos. À Engenharia de Processos competiu acompanhar todas as etapas e apoiar em todos os instantes, bem como rever a cablagem de todos os carregadores e respetivas personalizações, listando as alterações a realizar.

Após análise das possíveis alterações, procedeu-se à realização de testes, na secção dos protótipos, nos equipamentos mais vendidos para avaliar implicações que tivessem passado despercebido. Depois de realizados os testes foi possível reduzir de 8 secções diferentes (0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6 e 10 mm²) para 5, sendo que as alterações registadas passaram por modificar os cabos de 0,75 para 0,5 mm², de 1 para 1,5 mm² e de 4 para 6 mm². Desta forma, conseguiu-se atingir um total de 35 referências diferentes, e apesar de a máquina não processar cabos de 10 mm², fica capacitada de processar 97,8% dos cabos presentes na lista de cablagem de todos os equipamentos, como se pode verificar na figura 61.

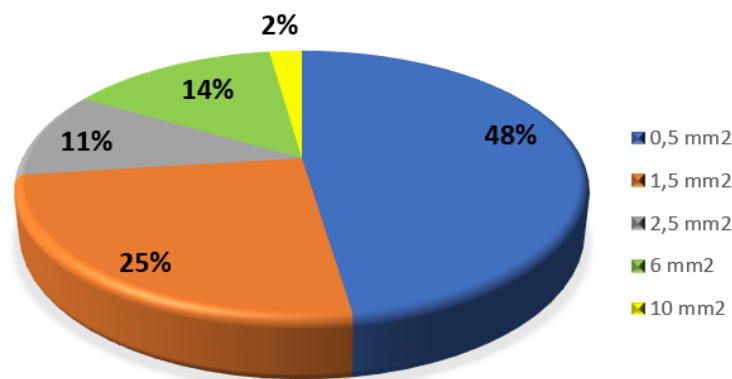


Figura 61 - Percentagens da totalidade de cablagem dos carregadores por secção.

Quanto às restrições de comprimento, foi mais difícil solucionar os problemas inerentes à limitação da Komax. Os cabos com dimensão inferior a 100 mm, que correspondem a 4,2% da totalidade de cabos foram modificados para o comprimento mínimo de operação na máquina. Os cabos com comprimento superior aos 1800 mm limitadores, não foram possíveis de alterar, mas como ocupam apenas 9,6%, ficam ao encargo das Komax Kappa 330 já presentes na secção da cablagem. Na figura 62, é possível consultar a percentagem de cabos por comprimento de todos os carregadores do catálogo EEM, após as alterações nos cabos de menor dimensão. Uma vez que existem, posterior às alterações, 388 diferentes dimensões de cabos, procedeu-se à divisão da cablagem por intervalos de comprimento, compreendidos entre si por 450 mm.

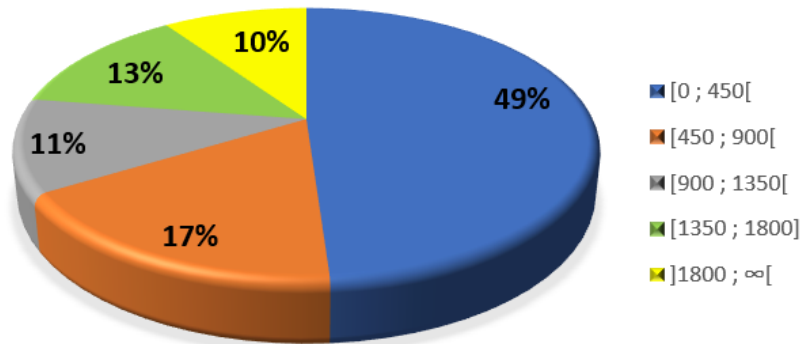


Figura 62 - Percentagens da totalidade de cablagem dos carregadores por intervalos de comprimento.

Devido a se tratar de alterações extremamente sensíveis nos carregadores, uma vez que obrigam a alteração de circuitos elétricos e aspetos mecânicos, e devido ao elevado *lead time* do fornecedor, decidiu-se aplicar as alterações de cablagem apenas nas novas gerações de carregadores desenvolvidos, e cuja comercialização está prevista para ocorrer no primeiro trimestre de 2020. Desta forma, evita-se alterações nos contratos de entrega de componentes com os fornecedores, visto que a previsão de entrega da máquina coincide, aproximadamente, com o começo de produção dos novos carregadores da segunda geração.

3.4 Análise de resultados

No decorrer deste subcapítulo é feita uma análise aos resultados obtidos após as implementações das melhorias descritas no presente capítulo. Foi nítida a falta de cultura *Lean* nas secções da serralharia e cablagem, fortemente provada pela fraca comunicação entre secções e departamentos da organização, bem como inexistência de documentação e processos definidos. Na tentativa de mudar o paradigma em que se encontravam as áreas foram detetadas possíveis melhorias e elaborados planos de ações para instalar na organização um ambiente produtivo mais eficiente e seguro.

As melhorias implementadas permitiram garantir ganhos qualitativos em ambas as secções em estudo como a capacidade de proporcionar um melhor acompanhamento da produção, e alguns ganhos quantitativos como redução do tempo de ciclo e do tempo de *changeover*. Os ganhos qualitativos e quantitativos são apresentados na tabela 15.

Na secção da serralharia registou-se uma mudança drástica nos processos até então usados, com o propósito de assegurar o funcionamento sem constrangimentos na produção, uma vez que foi melhorada a comunicação entre as linhas de montagem e a serralharia. É importante notar que o *layout* foi alterado para melhor condizer com as alterações de processos produtivos e assegurar os requisitos de segurança do departamento de QAS.

Na secção da cablagem a melhoria de maior impacto registou-se com a implementação de um sistema de controlo de matéria-prima que culmina na garantia de existência de matéria-prima, que até então era um dos grandes causadores de paragens produtivas.

Tabela 15 - Análise aos resultados obtidos após implementação das melhorias.

Proposta de melhoria	Ganhos qualitativos	Ganhos quantitativos
Redefinição dos processos produtivos	Eliminação de processos produtivos desnecessários;	Redução do 82,1% do tempo de ciclo das calhas PVC e 38,2% das calhas DIN; Redução da mão de obra em 50%.
Aplicação da ferramenta 5S	Redução do tempo desperdiçado na procura de matéria-prima; Aumento da segurança do colaborador; Aumento da responsabilidade no trabalho; Melhoria na gestão do espaço.	Não Aplicável
Regulação da produção através de <i>kanbans</i>	Redução de <i>stock</i> excessivo; Garantia de existência de todos os carregadores no supermercado; Melhoria na comunicação com as linhas de montagem.	Não Aplicável
Elaboração de procedimentos operacionais	Redução de erros na produção; Redução nas perdas de tempo por questões relacionadas com dimensão de calhas; Aumento da autonomia produtiva	Não Aplicável
Organização e identificação da matéria-prima	Redução no tempo desperdiçado à procura de material; Aumento do conforto no trabalho.	Redução de 14,9% no tempo de <i>changeover</i> no processo de corte da cablagem
Cálculo dos consumos e estabelecimento de processos de abastecimento à cablagem	Contabilização dos consumos semanais de cabo; Eliminação das paragens por falta de material; Redução de conjuntos WIP no setor do corte na cablagem; Definição de procedimentos e responsabilização do trabalho;	Não Aplicável

	Melhoria de comunicação entre departamentos.	
Implementação de um quadro de controlo com ordens de produção e KPIs	<p>Redução do tempo de paragens produtivas;</p> <p>Melhoria na comunicação entre chefe de equipa e subordinados/chefias;</p> <p>Aumento no controlo produtivo e responsabilização por desvios de produção;</p> <p>Melhorias no acompanhamento do plano de ações.</p>	Não Aplicável
Estudo de aquisição de uma máquina automática de corte e cravação	<p>Possibilidade de expandir a capacidade produtiva;</p> <p>Redução do tempo de ciclo e lead time produtivo;</p> <p>Redução do head count;</p> <p>Aumento da eficiência e estabilidade de processos;</p> <p>Redução da variabilidade de matéria-prima</p>	Redução da variabilidade de cabos de 53 referências para 40, o que corresponde a 24,5%.

4. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

4.1 CONCLUSÕES

4.2 TRABALHO FUTURO

4 CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Este projeto foi desenvolvido no âmbito da dissertação de mestrado do curso de Engenharia Mecânica, no ramo de Gestão Industrial e foi realizado em contexto de estágio curricular numa empresa do setor da mobilidade, a Efacec Electric Mobility, S.A..

4.1 CONCLUSÕES

Os principais contributos deste projeto na secção da serralharia e cablagem são:

- Melhoria dos processos produtivos da serralharia, eliminando desperdícios;
- Aplicação da ferramenta 5S na serralharia;
- Implementação de um sistema de regulação da produção através de *kanbans*;
- Elaboração de procedimentos operacionais de apoio à produção na serralharia;
- Organização e identificação da matéria-prima no supermercado da cablagem;
- Desenvolvimento de uma ferramenta de cálculo de consumos de cablagem e estabelecimento de procedimentos de abastecimento e de gerar encomendas;
- Implementação de um quadro de controlo produtivo na cravação da cablagem, com KPIs para analisar os *outputs* diários;
- Redução da variabilidade de referências de cablagem para permitir instalar uma máquina automática de corte e cravação.

Na tabela 16 apresentam-se os estados de implementação das melhorias acima descritas.

Tabela 16 - Estado de implementação dos principais contributos do projeto.

Principais contributos	Estado de implementação
Redefinição dos processos produtivos	Proposta desenvolvida e testada na secção dos protótipos. Aguarda as entregas, por parte dos fornecedores, das estruturas mecânicas com a furação atualizada para ficar totalmente implementada. Previsão de total implementação no último trimestre de 2019.
Aplicação da ferramenta 5S	Ferramenta totalmente implementada e com <i>feedback</i> positivo do colaborador e departamento QAS.

Regulação da produção através de <i>kanbans</i>	Proposta implementada e à data carece apenas de concluir algumas quantidades de conjuntos para o supermercado de produto concluído.
Elaboração de procedimentos operacionais	Proposta totalmente implementada, ficando a aguardar a chegada das novas estruturas metálicas com a nova furação para poder ser utilizada de forma corrente.
Organização e identificação da matéria-prima	Melhoria totalmente implementada e com resposta positiva por parte dos colaboradores intervenientes na sua utilização
Cálculo dos consumos e estabelecimento de processos de abastecimento à cablagem	Sistema totalmente implementado com resultados positivos, eliminando por completo as faltas de cablagem que até então eram uma constante.
Implementação de um quadro de controlo com ordens de produção e KPIs	Solução totalmente implementada, com notáveis melhorias na comunicação entre a chefe de equipa e os restantes intervenientes da secção.
Estudo de aquisição de uma máquina automática de corte e cravação	Estudo e negociação concluída com o fornecedor. Alterações na cablagem aguardam o início de produção das novas gerações de carregadores previstas para o primeiro trimestre de 2020, altura prevista de chegada da máquina automática de corte e cravação de cablagem.

4.2 TRABALHO FUTURO

No futuro importa continuar o trabalho desenvolvido no sentido de instalar a cultura *Lean* em todos os aspetos da organização. Sabendo que ser *Lean* obriga a constante procura da melhoria, será esse o aspeto a ter em conta em todos os planos de ações futuramente desenvolvidos.

É importante melhorar a comunicação com todos os colaboradores e procurar as suas intervenções nas ações desenvolvidas. Essa foi uma das premissas no desenvolvimento do presente projeto e é crucial saber dar continuidade às melhorias implementadas, caso contrário não será possível atingir o crescimento da organização aos níveis exigidos pelo mercado.

Outro aspeto importante no crescimento da organização passa por criar mais canais de cooperação entre os vários departamentos, pois é a maneira mais eficaz de garantir o sucesso da empresa.

Por fim, e mais importante, é necessário perceber que há um longo percurso pela frente e que com o crescimento do mercado onde a EEM se insere urge criar processos mais automáticos e melhorar a eficiência e produtividade em todas as secções.

Referências Bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpenberg, J., & Scarbrough, P. (2009). Culture and the Toyota Production System Archetype : a Preliminary Assessment, 1–25.
- Andrade, P. F., Pereira, V. G., & Del Conte, E. G. (2016). Value stream mapping and lean simulation: a case study in automotive company. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 85(1–4), 547–555. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7972-7>.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>.
- Apte, U. M., & Goh, C.-H. (2005). Applying lean manufacturing principles to information intensive services. *International Journal of Services Technology and Management*, 5(5/6), 488. <https://doi.org/10.1504/ijstm.2004.006280>.
- Atieh, A. M., Kaylani, H., Almuhtady, A., & Al-Tamimi, O. (2016). A value stream mapping and simulation hybrid approach: application to glass industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(5–8), 1573–1586. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7805-8>.
- Azian, N., Rahman, A., Mohd, S., & Mohamed, M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7(Icebr), 174–180. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00232-3).
- Azizi, A., & Manoharan, T. a/p. (2015). Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time Using SMED-A Case Study. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 153–158. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.027>.
- Baysan, S., Kabadurmus, O., Cevikcan, E., Satoglu, S. I., & Durmusoglu, M. B. (2019). A simulation-based methodology for the analysis of the effect of lean tools on energy efficiency: An application in power distribution industry. *Journal of Cleaner Production*, 211, 895–908. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.217>.
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations and Production Management*, 34(7), 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>.
- Bititci, U., Cocca, P., & Ates, A. (2016). Impact of visual performance management systems on the performance management practices of organisations. *International Journal of Production Research*, 54(6), 1571–1593. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1005770>.

- Brynjolfsson, E., Hu, Y. (Jeffrey), & Simester, D. (2011). Goodbye Pareto Principle, Hello Long Tail: The Effect of Search Costs on the Concentration of Product Sales. *Management Science*, 57(8), 1373–1386. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1110.1371>.
- César, J., Alulema, M., Napoleón, A., Flores, G., Salvador, A. I., Geovanny, Á., ... Cascante, M. (2018). LEAN MANUFACTURING TOOLS FOR PRODUCTIVE IMPROVEMENT IN THE PRODUCTION PROCESS OF SMOKED CHICKENS, 8(1), 440–452.
- 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(February), 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.090>.
- Corona, E., & Pani, F. E. (2013). A review of Lean-Kanban approaches in the software development. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 10(1), 1–13.
- Coughlan, P., & Coghlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>.
- D'Antonio, G., Bedolla, J. S., & Chiabert, P. (2017). A Novel Methodology to Integrate Manufacturing Execution Systems with the Lean Manufacturing Approach. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 2243–2251. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.372>.
- Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., & Korde, V. (2018). Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7668–7677. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.442>.
- Dickson, E. W., Singh, S., Cheung, D. S., Wyatt, C. C., & Nugent, A. S. (2009). Application of Lean Manufacturing Techniques in the Emergency Department. *Journal of Emergency Medicine*, 37(2), 177–182. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2007.11.108>.
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement: a lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210.
- Eden, C., & Huxham, C. (1996). Action research for management research. *British Journal of Management*, 7(1), 75–86. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.1996.tb00107.x>.
- Efacec. (2019). Quem somos| Efacec. Retrieved from <http://www.efacec.pt/quem-somos/>.
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership and Organization Development Journal*, 29(1), 24–46. <https://doi.org/10.1108/01437730810845289>.
- Flores, B. E., & Whybark, D. C. (1987). Implementing multiple criteria ABC analysis.

- Journal of Operations Management*, 7(1–2), 79–85. [https://doi.org/10.1016/0272-6963\(87\)90008-8](https://doi.org/10.1016/0272-6963(87)90008-8).
- Gadre, A., Cudney, E., & Corns, S. (2011). Model development of a virtual learning environment to enhance lean education. *Procedia Computer Science*, 6, 100–105. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.08.020>.
- García, J. L., Rivera, D. G., & Iniesta, A. A. (2013). Critical success factors for Kaizen implementation in manufacturing industries in Mexico. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68(1–4), 537–545. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-4750-2>.
- Garre, P., Nikhil Bharadwaj, V. V. S., Shiva Shashank, P., Harish, M., & Sai Dheeraj, M. (2017). Applying lean in aerospace manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 4(8), 8439–8446. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.07.189>.
- Gomes, D. F., Lopes, M. P., & De Carvalho, C. V. (2013). Serious games for lean manufacturing: The 5S game. *Revista Iberoamericana de Tecnologias Del Aprendizaje*, 8(4), 191–196. <https://doi.org/10.1109/RITA.2013.2284955>.
- Herrmann, C., Thiede, S., Stehr, J., & Bergmann, L. (2008). An environmental perspective on Lean Production. *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier*, 83–88. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-267-8_16.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations and Production Management*. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>.
- Hintzen, B. L., Knoer, S. J., Van Dyke, C. J., & Milavitz, B. S. (2009). Effect of lean process improvement techniques on a university hospital inpatient pharmacy. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 66(22), 2042–2047. <https://doi.org/10.2146/ajhp080540>.
- Ho, S. K. M. (1999). 5-S practice: The first step towards total quality management. *Total Quality Management*, 10(3), 345–356. <https://doi.org/10.1080/0954412997875>.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>.
- Karam, A. A., Liviu, M., Cristina, V., & Radu, H. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing*, 22, 886–892. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.125>.
- Knechtges, P., & Decker, M. C. (2014). Application of kaizen methodology to foster departmental engagement in quality improvement. *Journal of the American College of Radiology*, 11(12), 1126–1130. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2014.08.027>.
- Kulkarni, P. P., Kshire, S. S., & Chandratre, K. V. (2015). Productivity Improvement Through Lean Deployment & Work Study Methods. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 03(02), 429–434. <https://doi.org/10.15623/ijret.2014.0302076>.

- Kumar, A., & Rajenthirakumar, D. (2016). Lean Implementation through Enhancing Productivity in a Pump Industry Lean Implementation through Enhancing Productivity in a Pump Industry, (July). <https://doi.org/10.17950/ijer/v5s5/521>.
- Lacerda, A. P., Xambre, A. R., & Alvelos, H. M. (2016). Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: A case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. *International Journal of Production Research*, 54(6), 1708–1720. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1055349>.
- Lee-Mortimer, A. (2008). A continuing lean journey: An electronic manufacturer's adopting of Kanban. *Assembly Automation*, 28(2), 103–112. <https://doi.org/10.1108/01445150810863662>.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. Action Learning Research and Practice*.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <https://doi.org/10.5465/amp.2006.20591002>.
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35(October 2015), 522–531. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(16\)00065-4](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(16)00065-4).
- MacInnes, R. L. (2002). *The lean enterprise memory jogger: create value and eliminate waste throughout your company*. Goal QPC Inc.
- Melnyk, S. A., Calantone, R. J., Montabon, F. L., & Smith, R. T. (1998). Short-Term Action in Pursuit of Long-Term Improvements: Introducing Kaizen Events. *Production & Inventory Management Journal*, 39(4), 69.
- Mojib, Z. S., Hashemi, A., Abdi, A. A., Shahpanah, A., & Rohani, J. M. (2014). Lean Manufacturing Implementation Through Value Stream Mapping : A Case Study . Jurnal Teknologi Full paper Lean Manufacturing Implementation Through Value Stream Mapping : A. *Jurnal Teknologi*, 3(eISSN 2180-3722), 119–124. <https://doi.org/10.11113/jt.v68.2957>.
- Motwani, J. (2003). A business process change framework for examining lean manufacturing: A case study. *Industrial Management and Data Systems*, 103(5–6), 339–346. <https://doi.org/10.1108/02635570310477398>.
- Mourtzis, D., Papathanasiou, P., & Fotia, S. (2016). Lean Rules Identification and Classification for Manufacturing Industry. *Procedia CIRP*, 50, 198–203. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.097>.
- Nelson-Peterson, D. L., & Leppa, C. J. (2007). Creating an environment for caring using lean principles of the Virginia Mason production system. *Journal of Nursing Administration*, 37(6), 287–294. <https://doi.org/10.1097/01.NNA.0000277717.34134.a9>.
- Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products.

- Procedia Manufacturing*, 17, 696–704. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119>.
- Ng, W. L. (2007). A simple classifier for multiple criteria ABC analysis. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 344–353. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.11.018>.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. (E. Productivity & Press, Ed.). New York.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>.
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning and Control*, 17(1), 77–86. <https://doi.org/10.1080/09537280500414991>.
- Pereira, A., Abreu, M. F., Silva, D., Alves, A. C., Oliveira, J. A., Lopes, I., & Figueiredo, M. C. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>.
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(3), 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>.
- Reid, R. A. (1987). the Abc Method in Hospital Inventory Management a Practical Approach. *Production and Inventory Management Journal*, 28(4), 67–70.
- Rohac, T., & Januska, M. (2015). Value stream mapping demonstration on real case study. *Procedia Engineering*, 100(January), 520–529. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.399>.
- Rohani, J. M., & Zahraee, S. M. (2015). Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process of Color Industry. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 6–10. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.002>.
- Romvall, K., Wiktorsson, M., & Bellgran, M. (2010). Competitiveness by integrating the green perspective in production – A review presenting challenges for research and industry. *20th International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing, FAIM2010*, 46(0).
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Gouveia, R. (2018). Establishing Standard Methodologies To Improve The Production Rate Of Assembly Lines Used For Low Added-Value Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 555–562. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.096>.
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Sá, J. C. (2019). Lean Manufacturing applied to the production and assembly lines of complex automotive parts. In F. J. G. Silva & L. P. Ferreira (Eds.), *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. NY, U.S.A.: Nova Science Publishers.

- Salgado, P., & Varela, L. (2010). Kanban Sharing and Optimization in Bosch Production System. *KMIS*, 81–91.
- Santos, Z. G. dos, Vieira, L., & Balbinotti, G. (2015). Lean Manufacturing and Ergonomic Working Conditions in the Automotive Industry. *Procedia Manufacturing*, 3(Ahfe), 5947–5954. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.687>.
- Santos, J., Silva, F. J. G., Pinto, G., & Baptista, A. (2019). Lean and Ergonomics: How to increase the productivity improving the wellbeing of the workers - a case study. In F. J. G. Silva & L. P. Ferreira (Eds.), *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. NY, U.S.A.: Nova Science Publishers.
- Saravanan, V., Nallusamy, S., & Balaji, K. (2018). Lead Time Reduction through Execution of Lean Tool for Productivity Enhancement in Small Scale Industries. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 34, 116–127. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/jera.34.116>.
- Saravanan, V., Nallusamy, S., & George, A. (2018). Efficiency Enhancement in a Medium Scale Gearbox Manufacturing Company through Different Lean Tools - A Case Study. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 34, 128–138. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/jera.34.128>.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>.
- Sharma, S. S., Shukla, D. D., & Sharma, B. P. (2019). *Advances in Industrial and Production Engineering*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-6412-9>.
- Silva, F. J. G., Baptista, A., Pinto, G., & Correia, D. (2019). Lean Manufacturing applied to a complex electronic assembly line. In F. J. G. Silva & L. P. Ferreira (Eds.), *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. NY, U.S.A.: Nova Science Publishers.
- Singh, B., Garg, S. K., & Sharma, S. K. (2011). Value stream mapping: Literature review and implications for Indian industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 53(5–8), 799–809. <https://doi.org/10.1007/s00170-010-2860-7>.
- Singh, H., & Singh, A. (2013). Application of lean manufacturing using value stream mapping in an auto‐parts manufacturing unit. *Journal of Advances in Management Research*, 10(1), 72–84. <https://doi.org/10.1108/09727981311327776>.
- Siregar, I., Nasution, A. A., Andayani, U., Sari, R. M., Syahputri, K., & Anizar. (2018). Lean manufacturing analysis to reduce waste on production process of fan products. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 308(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/308/1/012004>.
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Pimentel, C. M. O., & Ferreira, L. P. (2019). SMED applied to composed cork stoppers. In F. J. G. Silva & L. P. Ferreira (Eds.), *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. NY, U.S.A.: Nova Science

Publishers.

- Spagnol, G. S., Min, L. L., & Newbold, D. (2013). *Lean principles in healthcare: An overview of challenges and improvements. IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 6). IFAC. <https://doi.org/10.3182/20130911-3-BR-3021.00035>.
- Staats, B. R., Brunner, D. J., & Upton, D. M. (2011). Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. *Journal of Operations Management*, 29(5), 376–390. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.11.005>.
- Sudhakar, S. (2015). Value stream mapping and value stream design in a complex diesel pump production flow: A case study. *Journal of Mechanical Engineering and Automation*, 5(3), 69–75. <https://doi.org/10.5923/c.jmea.201502.14>.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564.
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>.
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582. <https://doi.org/10.2307/2392581>.
- Tezel, B. A., Koskela, L. J., & Tzortzopoulos, P. (2009). The functions of visual management. *International Research Symposium*, 201–219.
- Tezel, B. A., Koskela, L. J., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: a literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 766–799.
- Van Aken, E. M., Farris, J. A., Glover, W. J., & Letens, G. (2010). A framework for designing, managing, and improving Kaizen event programs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59(7), 641–667. <https://doi.org/10.1108/17410401011075648>.
- Venkataraman, K., Ramnath, B. V., Kumar, V. M., & Elanchezhian, C. (2014). Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. *Procedia Materials Science*, 6(Icmpc), 1187–1196. <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.192>.
- Verdi, S., Cobb, R., Patel, T., Dako, F., Zink, R., Grygorenko, M., & Belden, C. (2017). Use of Value Stream Mapping to Reduce Outpatient CT Scan Wait Times. *Journal of the American College of Radiology*, 15(1), 82–85. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.07.003>.
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. Journal of the Operational Research Society*.

<https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>.

Young, T. P., & McClean, S. I. (2008). A critical look at Lean Thinking in healthcare. *Quality and Safety in Health Care*, 17(5), 382–386. <https://doi.org/10.1136/qshc.2006.020131>.

APÊNDICES

Apêndice A. Amostragem para cálculo do tempo de ciclo da serralharia

Apêndice B. *Checklist* dos 6S da área da serralharia

Apêndice C. *Standards* Operacionais – Serralharia

Apêndice D. Amostragem para cálculo do tempo de *changeover* na Komax.

Apêndice E. Ferramenta para calcular nível de reposição da cablagem.

Apêndice F. *Checklist* dos 6S da área da cravação.

APÊNDICES

Apêndice A. Amostragem para cálculo do tempo de ciclo da serralharia

Apêndice A.1. Amostragem para o tempo de ciclo das calhas PVC

Operação	Descrição da operação	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8	Amostra 9	Amostra 10	\bar{x}
1	Colocar batente na medida correta	8	10	5	7	7	8	6	11	6	6	7
2	Buscar calha PVC ao supermercado	7	12	7	10	6	7	13	6	7	8	8
3	Cortar calha com a ferramenta	4	6	6	6	5	4	5	5	7	6	5
4	Buscar tampa da calha ao supermercado	6	8	7	9	7	7	4	6	5	5	6
5	Cortar tampa com a ferramenta	6	5	5	8	4	6	4	5	5	5	5
6	Transporte da calha e tampa para bancada do posto 2	5	3	4	5	5	5	4	3	4	4	4
7	Escolha e colocação do gabari para executar a marcação	15	13	18	11	12	10	16	10	13	15	13
8	Marcar a calha com um marcador utilizando o gabari	33	27	22	27	21	24	22	26	24	28	25
9	Transporte da calha para o posto 3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3
10	Perfurar a calha (furo 1)	4	7	3	5	5	3	4	5	4	3	4
11	Perfurar a calha (furo 2)	5	5	4	5	7	3	4	3	3	4	4
12	Rotação da calha 180°	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2
13	Perfurar a calha (furo 3)	6	5	4	4	6	4	4	3	6	4	5
14	Perfurar a calha (furo 4)	5	4	4	6	3	3	4	3	4	4	4
15	Transporte para bancada do posto 4	4	4	3	4	5	3	6	3	4	5	4
16	Retirar rebarbas utilizando a faca	8	8	13	15	7	9	12	11	12	9	10
17	Cortar dentes da calha utilizando a tesoura	6	9	11	6	7	6	8	6	8	7	7
18	Partir dentes utilizando alicate	4	5	4	4	5	3	6	4	4	5	4
19	Rotação da calha 180°	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	3
20	Cortar dentes da calha utilizando a tesoura	7	8	7	7	9	9	5	6	8	9	8
21	Partir dentes utilizando alicate	6	5	6	4	4	3	4	4	5	3	4
22	Colocar a tampa na calha	7	9	11	9	7	10	9	9	11	9	9
23	Guardar calha na caixa	2	3	2	3	3	2	4	2	3	2	3
24	Retomar ao posto 1	4	3	4	4	4	6	4	4	3	5	4
Tempo de ciclo												151

Apêndice A.2. Amostragem do tempo de ciclo das calhas PVC após melhorias

Operação	Descrição da operação	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8	Amostra 9	Amostra 10	\bar{x}
1	Colocar batente na medida correta	7	7	10	6	6	5	7	8	6	7	7
2	Buscar calha PVC e tampa ao supermercado	8	9	10	8	6	9	9	11	6	9	9
3	Cortar calha e tampa com a ferramenta	8	5	10	6	9	7	5	7	6	5	7
4	Guardar calha e tampa na caixa	6	3	4	5	3	3	4	3	3	4	4
Tempo de ciclo												27

Apêndice A.3. Amostragem do tempo de ciclo das calhas DIN

Operação	Descrição da operação	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8	Amostra 9	Amostra 10	\bar{x}
1	Buscar calha DIN à paleta	5	3	4	4	5	4	6	3	4	4	4
2	Colocar batente na medida correta	13	11	13	12	15	8	11	9	14	13	12
3	Cortar calha com a ferramenta	12	10	11	12	10	10	9	10	11	11	11
4	Recolocar batente na medida correta	10	11	11	16	12	13	13	12	11	10	12
5	Perfurar calha DIN com a ferramenta (furo 1)	22	19	24	15	16	17	21	14	16	18	18
6	Recolocar batente na medida correta	10	11	10	10	12	11	13	10	14	13	11
7	Rotação da calha 180°	3	4	2	2	3	3	3	4	3	3	3
8	Perfurar calha DIN com a ferramenta (furo 2)	19	22	21	16	22	17	18	16	17	16	18
Tempo de ciclo												89

Apêndice A.4. Amostragem do tempo de ciclo das calhas DIN após melhorias


Operação	Descrição da operação	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8	Amostra 9	Amostra 10	\bar{x}
1	Buscar calha DIN ao supermercado	9	7	10	8	8	7	10	8	10	7	8
2	Colocar batente na medida correta	6	6	6	9	7	10	7	7	6	7	7
3	Cortar calha com a ferramenta	11	9	12	12	9	9	11	9	11	11	10
4	Recolocar batente na medida correta	7	7	9	6	5	8	6	9	7	8	7
5	Perfurar calha DIN com a ferramenta (furo 1)	11	9	10	8	11	12	7	7	8	10	9
6	Rotação da calha 180º	3	5	4	4	5	4	3	4	4	3	4
7	Perfurar calha DIN com a ferramenta (furo 2)	12	7	7	8	10	8	8	7	9	8	8
8	Guardar calha na caixa	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	2
Tempo de ciclo											55	

Apêndice A.5. Amostragem do tempo de colocação de abraçadeira num conjunto de calhas DIN








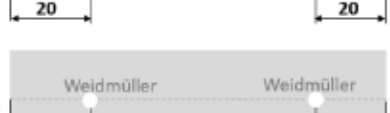


Operação	Descrição da operação	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8	Amostra 9	Amostra 10	\bar{x}
1	Colocar abraçadeira no conjunto de calhas DIN	66	59	70	52	61	64	68	55	64	66	63
Tempo de ciclo											63	


Apêndice B. Checklist dos 6S da área da serralharia

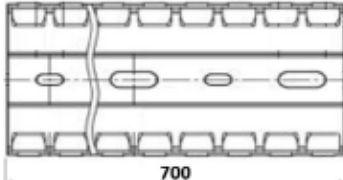
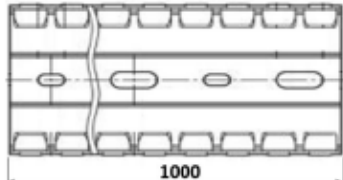
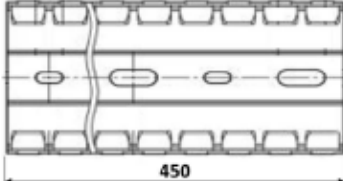
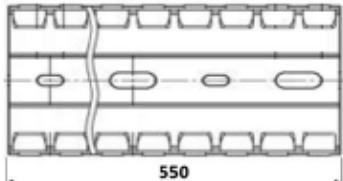
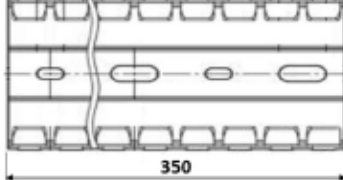
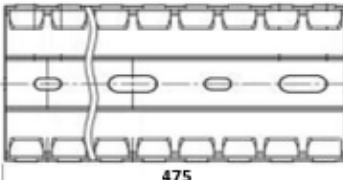
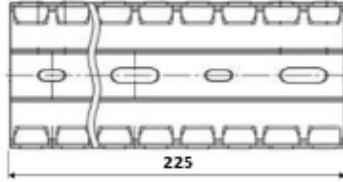
 CHECK-LIST 6S		Dia		Área visitada	Auditor
Tema	Critérios a verificar	Estado		Ações / Observações	
		OK	NOK		
5S	O chão está limpo, arrumado, em bom estado e com a marcação ao solo de acordo com o referencial				
	Todos os kanbans estão devidamente identificados				
	Os recipientes de transporte de calhas estão identificados e armazenados no devido local				
	Os postos de trabalho estão com o justo necessário				
	As ferramentas do posto estão em bom estado e no lugar definido				
	A triagem de resíduos está correta				
	Os procedimentos operacionais estão devidamente preenchidos e local definido				
SEGURANÇA	Não existem calhas ou paletes no chão				
	Os acessos aos meios de combate a incêndios e as portas estão desobstruídas				
	Todos o colaboradores utilizam correctamente os EPIs				
TOTAL OK					

	MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC45	1ª EDIÇÃO		
	APLICAÇÃO		MONTAGEM FINAL	PÁG 3 DE 4	
	LINHA / POSTO		SERRALHARIA / N.A.	CÓDIGO	SOF22
	FAMÍLIA		QC45	Nº REVISÃO	2
REFERÊNCIA STD.	520104012		DATA	14/05/2019	

CALHAS DIN	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
	1	CALHA DIN 35x15	1	500 mm	Platine entrada	40-260-380-480
	2	CALHA DIN 35x15	1	235 mm	Platine auxiliar	30-260-205
	3	CALHA DIN 35x15	1	190 mm	Platine entrada	20-170
	4	CALHA DIN 35x15	2	70 mm	Platine router	10-60
	5	CALHA DIN 35x15	1	330 mm	Platine filtro	30-300
	6	CALHA DIN 35x15	1	520 mm	Platine entrada	20-60-260-460-500
	7	CALHA DIN 35x7,5	2	130 mm	Platine resistência	20-110
	8	CALHA DIN 35x7,5	1	40 mm	Platine router	10-30
	9	CALHA DIN 35x7,5	1	270 mm	Platine auxiliar	20-250
	10	CALHA DIN 35x7,5	2	120 mm	Platine resistência	20-100

CALHA 35 x 15		CALHA 35 x 7,5	
1		7	
2		8	
3		9	
4		10	
5			
6			


		MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO		1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC45			PÁG 4 DE 4	
LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.				CÓDIGO	SOF22
FAMÍLIA	QC45				Nº REVISÃO	2
REFERÊNCIA STD.	520104012				DATA	14/05/2019

CALHAS PVC	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>CALHA</th> <th>QTD.</th> <th>COMP.</th> <th>Observações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>CALHA PVC 25x40</td> <td>2</td> <td>700 mm</td> <td>Platine aparelhagem das cartas</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CALHA PVC 25x40</td> <td>3</td> <td>450 mm</td> <td>Platine da carta A5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CALHA PVC 25x40</td> <td>1</td> <td>350 mm</td> <td>Platine do HMI</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CALHA PVC 25x40</td> <td>2</td> <td>225 mm</td> <td>Platine da carta A5</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>CALHA PVC 40x40</td> <td>2</td> <td>1000 mm</td> <td>Laterais</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>CALHA PVC 40x40</td> <td>2</td> <td>550 mm</td> <td>Platine auxiliar; platine de entrada</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>CALHA PVC 40x40</td> <td>1</td> <td>475 mm</td> <td>Platine auxiliar</td> </tr> </tbody> </table>	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	1	CALHA PVC 25x40	2	700 mm	Platine aparelhagem das cartas	2	CALHA PVC 25x40	3	450 mm	Platine da carta A5	3	CALHA PVC 25x40	1	350 mm	Platine do HMI	4	CALHA PVC 25x40	2	225 mm	Platine da carta A5	5	CALHA PVC 40x40	2	1000 mm	Laterais	6	CALHA PVC 40x40	2	550 mm	Platine auxiliar; platine de entrada	7	CALHA PVC 40x40	1	475 mm	Platine auxiliar
	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações																																				
	1	CALHA PVC 25x40	2	700 mm	Platine aparelhagem das cartas																																				
	2	CALHA PVC 25x40	3	450 mm	Platine da carta A5																																				
	3	CALHA PVC 25x40	1	350 mm	Platine do HMI																																				
	4	CALHA PVC 25x40	2	225 mm	Platine da carta A5																																				
	5	CALHA PVC 40x40	2	1000 mm	Laterais																																				
	6	CALHA PVC 40x40	2	550 mm	Platine auxiliar; platine de entrada																																				
7	CALHA PVC 40x40	1	475 mm	Platine auxiliar																																					
CALHA 25 x 40		CALHA 40 x 40																																							
																																									
																																									
																																									
																																									

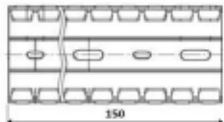
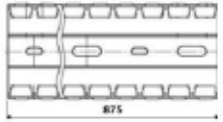
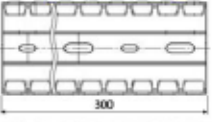
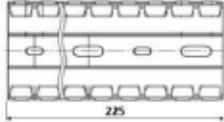
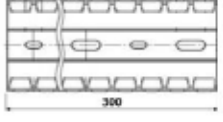
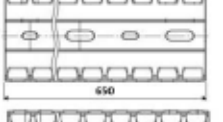
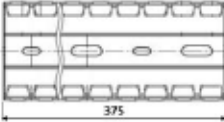
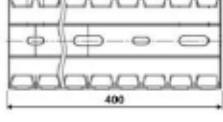

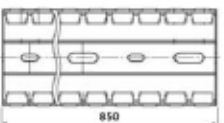
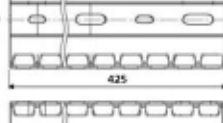
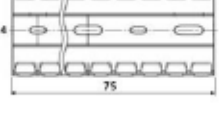
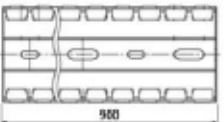
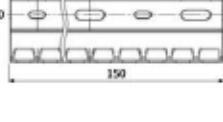
	MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO	1ª EDIÇÃO	
	APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PÁG 3 DE 4	
	LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.	CÓDIGO SOF23	
	FAMÍLIA	HV160	Nº REVISÃO	1
	REFERÊNCIA STD.	520104030	DATA	30/04/2019


Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
1	CALHA DIN 35x15	1	240 mm	Platine filtro	30-210
2	CALHA DIN 35x15	2	85 mm	Platine direita; esquerda	10-75
3	CALHA DIN 35x15	1	60 mm	Platine direita	10-50
4	CALHA DIN 35x15	2	100 mm	Platine resistência	20-80
5	CALHA DIN 35x15	2	130 mm	Platine termostato; frontal	20-110
6	CALHA DIN 35x15	1	620 mm	Platine entrada	30-315-590

CALHA 35 x 15

		MOBILIDADE ELÉTRICA		STANDARD OPERACIONAL FABRICO		1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO		MONTAGEM FINAL		PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO HV160		PÁG 4 DE 4	
LINHA / POSTO		SERRALHARIA / N.A.				CÓDIGO	SOF23
FAMÍLIA		HV160				Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.		520104030				DATA	30/04/2019

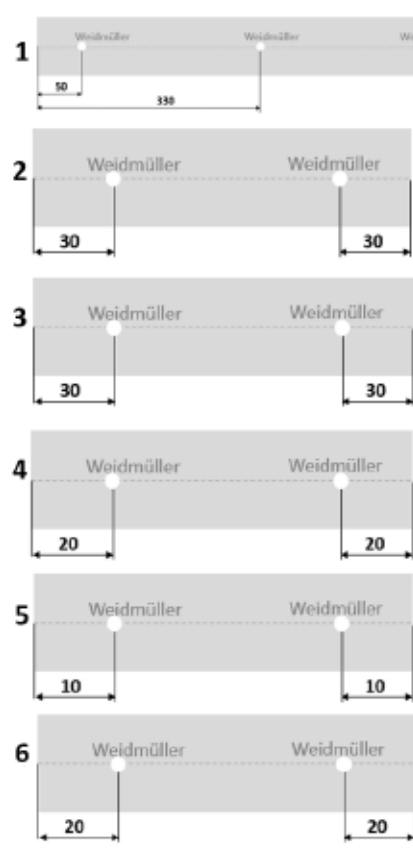
CALHAS PVC	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações
	1	CALHA PVC 15x30	1	150 mm	Platine direita
	2	CALHA PVC 15x30	1	225 mm	Platine da carta A5
	3	CALHA PVC 15x30	1	375 mm	Platine auxiliar
	4	CALHA PVC 25x40	2	850 mm	Laterais
	5	CALHA PVC 25x40	1	900 mm	Platine de entrada
	6	CALHA PVC 25x40	1	875 mm	Platine aparelhagem das cartas
	7	CALHA PVC 25x40	1	300 mm	Platine auxiliar
	8	CALHA PVC 25x40	2	400 mm	Platine da carta A5
	9	CALHA PVC 25x40	1	425 mm	Platine de entrada
	10	CALHA PVC 25x40	1	150 mm	Laterais
	11	CALHA PVC 25x60	1	300 mm	Platine auxiliar
	12	CALHA PVC 25x60	2	650 mm	Laterais
	13	CALHA PVC 25x60	1	150 mm	Laterais
	14	CALHA PVC 60x40	1	75 mm	Platine direita

CALHA 15 x 30			CALHA 25 x 60		
1		6		11	
2		7		12	
3		8		13	
CALHA 25 x 40			CALHA 60 x 40		
4		9		14	
5		10			


	MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO	1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO HV175	PÁG 3 DE 4	
LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.		CÓDIGO	SOF24
FAMÍLIA	HV175		Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.	520104037		DATA	27/06/2019


	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
CALHAS DIN	1	CALHA DIN 35x15	1	675 mm	Platine entrada	50-330-655
	2	CALHA DIN 35x15	1	240 mm	Platine filtro	30-210
	3	CALHA DIN 35x15	1	300 mm	Platine direita	30-270
	4	CALHA DIN 35x15	1	100 mm	Platine resistência	20-80
	5	CALHA DIN 35x15	2	85 mm	Platine direita; esquerda	10-75
	6	CALHA DIN 35x15	2	130 mm	Platine termostato; frontal	20-110
	7	CALHA DIN 35x7,5	1	80 mm	Platine direita	10-70

CALHA 35 x 15



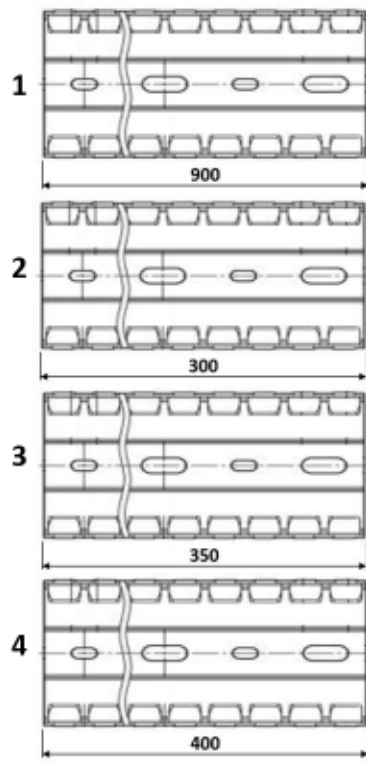
CALHA 35 x 7,5



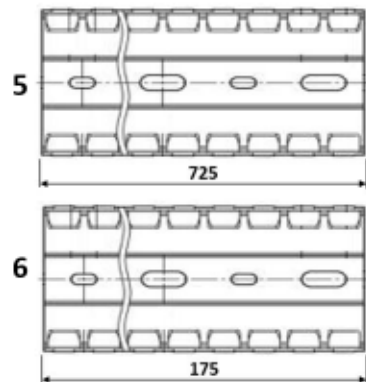
		MOBILIDADE ELÉTRICA		STANDARD OPERACIONAL FABRICO		1ª EDIÇÃO			
APLICAÇÃO		MONTAGEM FINAL		PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO HV175					
LINHA / POSTO		SERRALHARIA / N.A.						PÁG 4 DE 4	
FAMÍLIA		HV175						CÓDIGO	SOF24
REFERÊNCIA STD.		520104037						Nº REVISÃO	1
						DATA		27/06/2019	

CALHAS PVC	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações
	1	CALHA PVC 25x40	4	900 mm	Laterais; platine de entrada; ap. das cartas
	2	CALHA PVC 25x40	2	300 mm	Platine auxiliar
	3	CALHA PVC 25x40	1	350 mm	Platine de entrada
	4	CALHA PVC 25x40	2	400 mm	Platine da carta A5
	5	CALHA PVC 25x60	2	725 mm	Laterais
	6	CALHA PVC 25x60	1	175 mm	Laterais
	7	CALHA PVC 60x40	1	125 mm	Platine direita

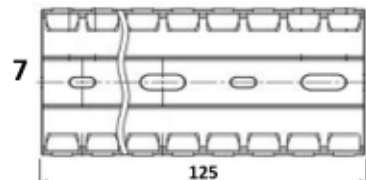
CALHA 25 x 40




CALHA 25 x 60



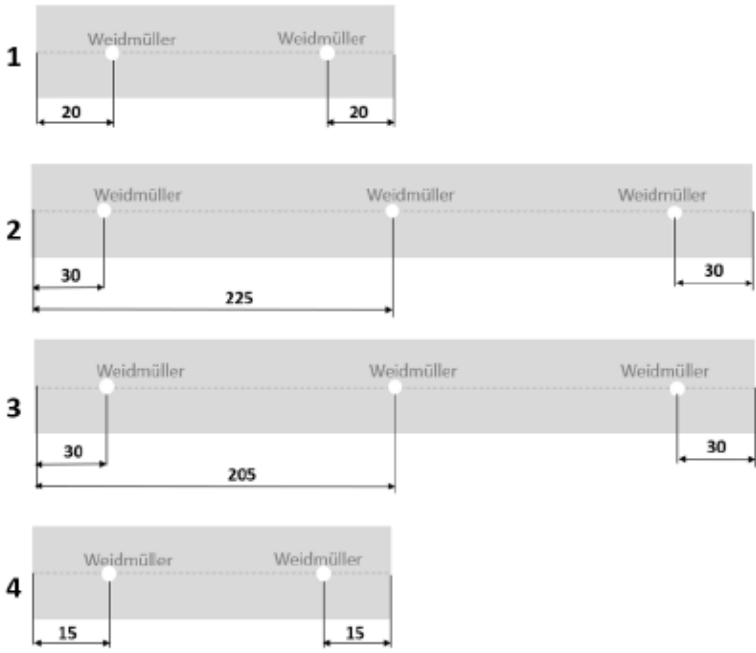
CALHA 60 x 40




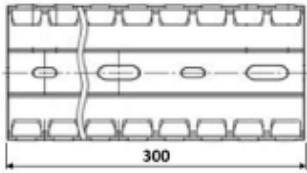
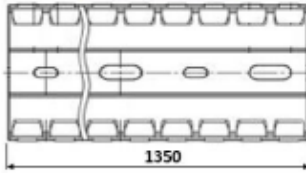
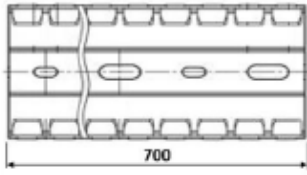
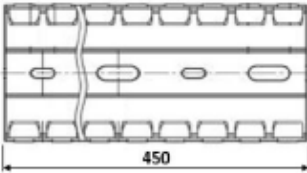
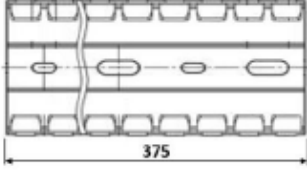
	MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO	1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO KIOSK HV175	PÁG 3 DE 4	
LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.		CÓDIGO	SOF25
FAMÍLIA	KIOSK HV175		Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.	520104045		DATA	27/06/2019


Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
1	CALHA DIN 35x15	1	220 mm	Platine auxiliar	20-200
2	CALHA DIN 35x15	2	450 mm	Platine entrada; suporte bornes	30-225-420
3	CALHA DIN 35x15	2	410 mm	Platine do AC	30-205-380
4	CALHA DIN 35x15	1	80 mm	Resistência	15-65

CALHA 35 x 15




		MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO		1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO KIOSK HV175			PÁG 4 DE 4	
LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.				CÓDIGO	SOF25
FAMÍLIA	KIOSK HV175				Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.	520104045				DATA	27/06/2019

CALHAS PVC	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>CALHA</th> <th>QTD.</th> <th>COMP.</th> <th>Observações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>CALHA PVC 15x30</td> <td>1</td> <td>300 mm</td> <td>Suporte bornes</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CALHA PVC 25x40</td> <td>2</td> <td>700 mm</td> <td>Porta</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CALHA PVC 25x40</td> <td>1</td> <td>450 mm</td> <td>Platine auxiliar</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CALHA PVC 25x40</td> <td>2</td> <td>375 mm</td> <td>Platine do AC</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>CALHA PVC 40x40</td> <td>1</td> <td>1350 mm</td> <td>Lateral direita</td> </tr> </tbody> </table>	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	1	CALHA PVC 15x30	1	300 mm	Suporte bornes	2	CALHA PVC 25x40	2	700 mm	Porta	3	CALHA PVC 25x40	1	450 mm	Platine auxiliar	4	CALHA PVC 25x40	2	375 mm	Platine do AC	5	CALHA PVC 40x40	1	1350 mm	Lateral direita
	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações																										
	1	CALHA PVC 15x30	1	300 mm	Suporte bornes																										
	2	CALHA PVC 25x40	2	700 mm	Porta																										
	3	CALHA PVC 25x40	1	450 mm	Platine auxiliar																										
	4	CALHA PVC 25x40	2	375 mm	Platine do AC																										
5	CALHA PVC 40x40	1	1350 mm	Lateral direita																											
CALHA 15 x 30																															
1																															
CALHA 40 x 40																															
5																															
CALHA 25 x 40																															
2																															
3																															
4																															

	MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO KIOSK HV160	1ª EDIÇÃO		
	APLICAÇÃO		MONTAGEM FINAL	PÁG 3 DE 4	
	LINHA / POSTO		SERRALHARIA / N.A.	CÓDIGO	SOF26
	FAMÍLIA		KIOSK HV160	Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.	520104041		DATA	27/06/2019	


CALHAS DIN	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
	1	CALHA DIN 35x15	1	50 mm	Resistência	10-40
	2	CALHA DIN 35x15	1	210 mm	Suporte bornes	20-190
	3	CALHA DIN 35x15	2	400 mm	Platine do AC	25-200-375
	4	CALHA DIN 35x7,5	3	135 mm	Platine entrada; auxiliar	25-110

CALHA 35 x 15




1


CALHA 35 x 7,5




4



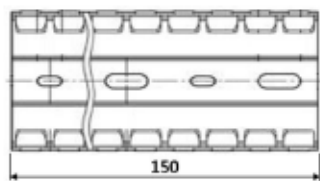
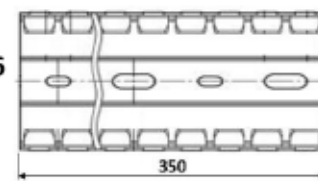
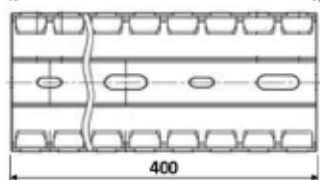
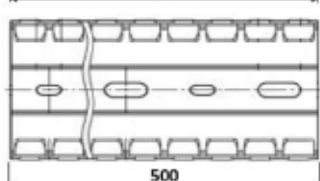
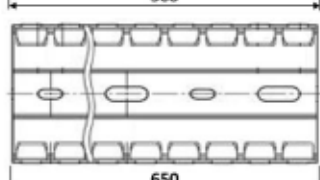
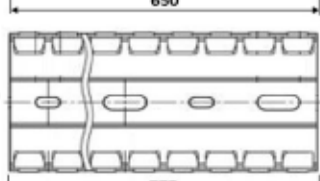
2








3


		MOBILIDADE ELÉTRICA		STANDARD OPERACIONAL FABRICO		1ª EDIÇÃO			
APLICAÇÃO		MONTAGEM FINAL		PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO KIOSK HV160					
LINHA / POSTO		SERRALHARIA / N.A.						PÁG 4 DE 4	
FAMÍLIA		KIOSK HV160						CÓDIGO	SOF26
REFERÊNCIA STD.		520104041						Nº REVISÃO	1
				DATA		27/06/2019			

CALHAS PVC	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações
	1	CALHA PVC 25x40	1	150 mm	Platine auxiliar
	2	CALHA PVC 25x40	1	400 mm	Suporte bornes
	3	CALHA PVC 25x40	1	500 mm	Platine auxiliar
	4	CALHA PVC 25x40	2	650 mm	Porta
	5	CALHA PVC 25x40	1	775 mm	Lateral direita
	6	CALHA PVC 40x40	1	350 mm	Platine do AC

CALHA 25 x 40		CALHA 40 x 40	
1		6	
2			
3			
4			
5			

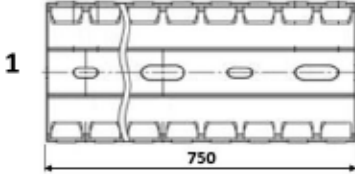
CALHAS DIN		MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO			1ª EDIÇÃO	
	APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC90B			PÁG 3 DE 4	
	LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.				CÓDIGO	SOF27
	FAMÍLIA	QC90B				Nº REVISÃO	1
	REFERÊNCIA STD.	520104077				DATA	27/06/2019
Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)		
1	CALHA DIN 35x15	3	120 mm	Platine de entrada; resistência	20-100		
2	CALHA DIN 35x15	1	170 mm	Platine auxiliar	40-130		
3	CALHA DIN 35x15	1	585 mm	Platine de entrada	30-292,5-555		
4	CALHA DIN 35x7,5	1	100 mm	Platine resistência	20-80		

CALHA 35 x 15		CALHA 35 x 7,5	
1		4	
2			
3			

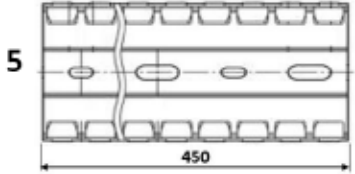
		MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO		1ª EDIÇÃO		
APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC90B				PÁG 4 DE 4	
LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.					CÓDIGO	SOF27
FAMÍLIA	QC90B					Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.	520104077					DATA	27/06/2019

CALHAS PVC	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações
	1	CALHA PVC 15x30	1	750 mm	Platine auxiliar
	2	CALHA PVC 25x40	2	750 mm	Platine de entrada
	3	CALHA PVC 25x40	1	350 mm	Platine do HMI
	4	CALHA PVC 25x40	2	700 mm	Platine aparelhagem das cartas
	5	CALHA PVC 25x40	2	450 mm	Platine da carta A5
	6	CALHA PVC 25x40	2	225 mm	Platine da carta A5
	7	CALHA PVC 40x40	2	1200 mm	Laterais

CALHA 15 x 30

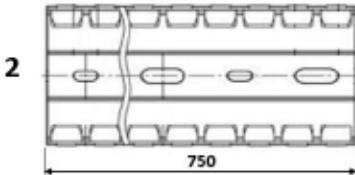


1

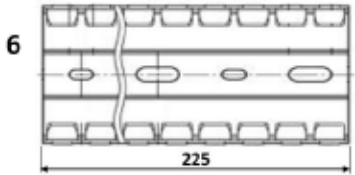


5

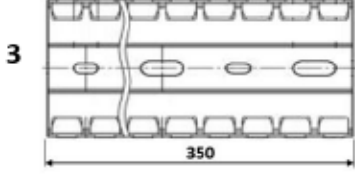
CALHA 25 x 40



2

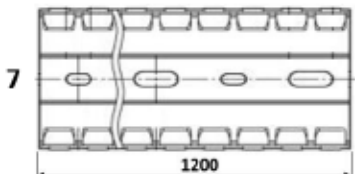


6

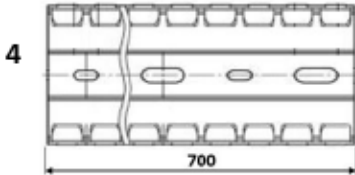


3

CALHA 40 x 40



7



4

	MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO	1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC150B	PÁG 3 DE 4	
LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.		CÓDIGO	SOF28
FAMÍLIA	QC150B		Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.	520104085		DATA	28/06/2019

	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
CALHAS DIN	1	CALHA DIN 35x15	1	420 mm	Platine de entrada	30-210-390
	2	CALHA DIN 35x15	3	130 mm	Entrada; Termostato; Resistência	30-100
	3	CALHA DIN 35x15	1	160 mm	Platine auxiliar	30-130
	4	CALHA DIN 35x15	1	100 mm	Platine resistência	20-80
	5	CALHA DIN 35x15	2	85 mm	Platine auxiliar	10-75
	6	CALHA DIN 35x7,5	1	100 mm	Resistência	20-80
	7	CALHA DIN 35x7,5	1	280 mm	Platine HMI	20-260

CALHA 35 x 15

1

5

2


CALHA 35 x 7,5

6

3

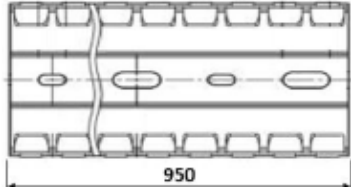
7

4

		MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO		1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC150B			PÁG 4 DE 4	
LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.				CÓDIGO	SOF28
FAMÍLIA	QC150B				Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.	520104085				DATA	28/06/2019

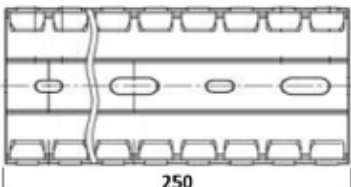
CALHAS PVC	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações
	1	CALHA PVC 25x40	5	950 mm	Platine de entrada; armário; laterais
	2	CALHA PVC 25x40	2	700 mm	Platine do HMI
	3	CALHA PVC 25x40	2	300 mm	Platine da carta A5
	4	CALHA PVC 25x40	2	400 mm	Platine da carta A5
	5	CALHA PVC 25x40	2	250 mm	Platine auxiliar
	6	CALHA PVC 25x40	2	450 mm	Laterais
	7	CALHA PVC 40x40	1	150 mm	Platine auxiliar

CALHA 25 x 40



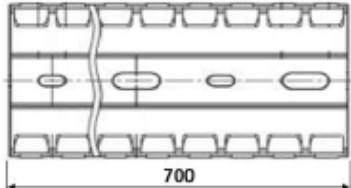
1

950



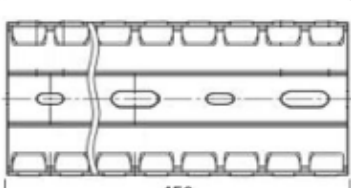
5

250



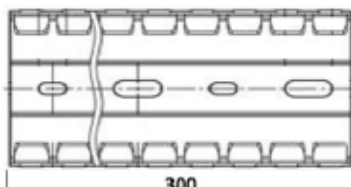
2

700



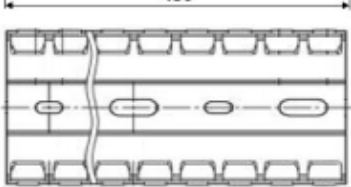
6

450



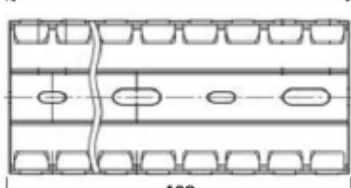
3

300



7

150



4

400

Apêndice C.8. Standard Operacional – QC20

		MOBILIDADE ELÉTRICA		STANDARD OPERACIONAL FABRICO				1ª EDIÇÃO			
APLICAÇÃO		MONTAGEM FINAL						PÁG 1 DE 4			
LINHA / POSTO		SERRALHARIA / N.A.						CÓDIGO		SOF29	
FAMÍLIA		QC20						Nº REVISÃO		01	
REFERÊNCIA STANDARD		520104097						DATA		28/06/2019	

PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC20



APROVAÇÃO				RECEPÇÃO				DETENTORES DE CÓPIAS							
Elaborado por:	Rui Pena	Verificado por:	Francisco Gonçalves	Aprovado por:	Daniel Tavares	Recebido por:	Nuno Pereira	QUAL. GAB.	PROG. GAB.	PRODUÇÃO	MT	PROD. LTO	IND.	LOGIS. TICA	PROG. CTO
Data:	28/06/2019	Data:	28/06/2019	Data:	28/06/2019	Data:	28/06/2019		X	X		X			
Assinatura:	X	Assinatura:	X	Assinatura:	X	Assinatura:	X								

	MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO	1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC20	PÁG 3 DE 4	
LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.		CÓDIGO	SOF29
FAMÍLIA	QC20		Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.	520104097		DATA	28/06/2019

	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
CALHAS DIN	1	CALHA DIN 35x15	1	420 mm	Platine AC	40-380
	2	CALHA DIN 35x15	1	90 mm	Platine resistência	20-70
	3	CALHA DIN 35x15	1	450 mm	Platine entrada	40-410
	4	CALHA DIN 35x15	1	175 mm	Platine entrada	30-145
	5	CALHA DIN 35x15	1	400 mm	Platine auxiliar	40-360
	6	CALHA DIN 35x15	1	280 mm	Platine filtro	30-250
	7	CALHA DIN 35x7,5	1	130 mm	Platine resistência	20-110

CALHA 35 x 15

1

2

3

4


CALHA 35 x 7,5

5

6

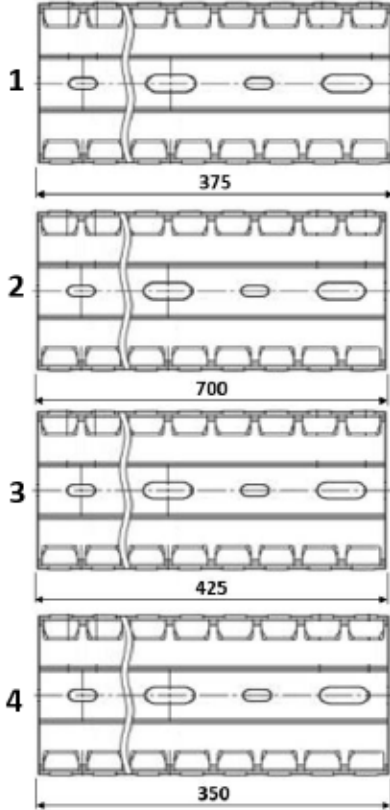
7

8

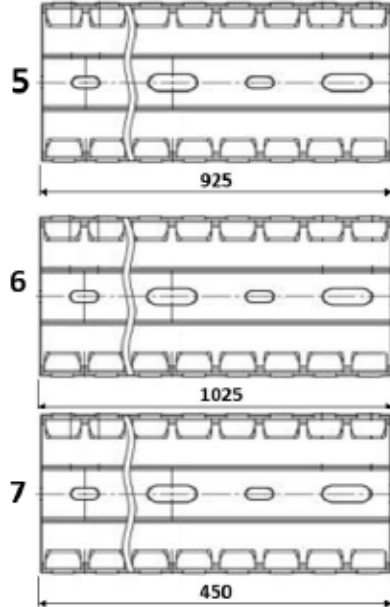
		MOBILIDADE ELÉTRICA		STANDARD OPERACIONAL FABRICO		1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO		MONTAGEM FINAL		PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC20			
LINHA / POSTO		SERRALHARIA / N.A.					
FAMÍLIA		QC20					
REFERÊNCIA STD.		520104097					
				PÁG 4 DE 4			
				CÓDIGO		SOF29	
				Nº REVISÃO		1	
				DATA		28/06/2019	

CALHAS PVC	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações
	1	CALHA PVC 25x40	2	375 mm	Platine da carta A5
	2	CALHA PVC 25x40	2	700 mm	Platine aparelhagem das cartas
	3	CALHA PVC 25x40	2	425 mm	Platine da carta A5
	4	CALHA PVC 25x40	1	350 mm	Platine do HMI
	5	CALHA PVC 40x40	1	925 mm	Lateral
	6	CALHA PVC 40x40	1	1025 mm	Lateral
	7	CALHA PVC 40x40	4	450 mm	Platine de entrada; auxiliar

CALHA 25 x 40



CALHA 40 x 40



		MOBILIDADE ELÉTRICA		STANDARD OPERACIONAL FABRICO		1ª EDIÇÃO			
APLICAÇÃO		MONTAGEM FINAL		PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC40B					
LINHA / POSTO		SERRALHARIA / N.A.						PÁG 3 DE 4	
FAMÍLIA		QC40B						CÓDIGO	SOF30
REFERÊNCIA STD.		520104098						Nº REVISÃO	1
				DATA		28/06/2019			

CALHAS DIN	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
	1	CALHA DIN 35x15	1	520 mm	Platine entrada	40-260-480
	2	CALHA DIN 35x15	2	170 mm	Platine entrada	20-150
	3	CALHA DIN 35x15	1	210 mm	Platine auxiliar	30-180
	4	CALHA DIN 35x15	1	330 mm	Platine filtro	30-300
	5	CALHA DIN 35x15	1	80 mm	Platine router	10-70
	6	CALHA DIN 35x7,5	1	100 mm	Platine resistência	20-80

CALHA 35 x 15

1

5


CALHA 35 x 7,5

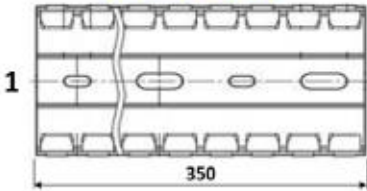
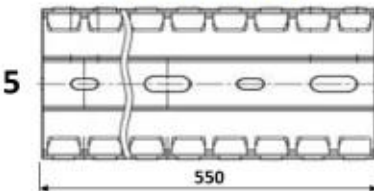
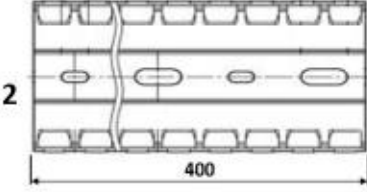
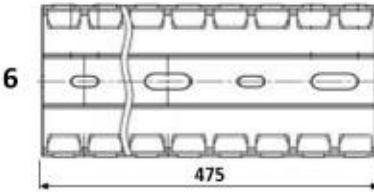
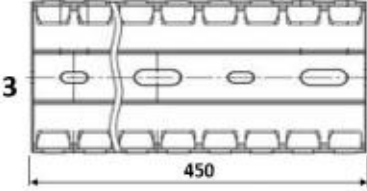
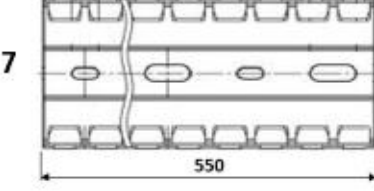
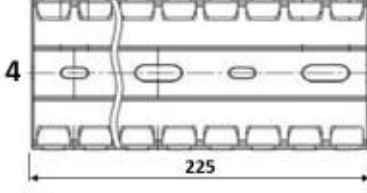
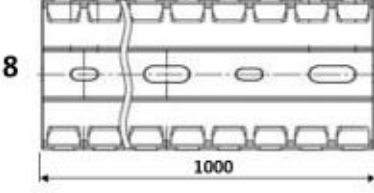
2


6

3

4


		MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO		1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC40B			PÁG 4 DE 4	
LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.				CÓDIGO	SOF30
FAMÍLIA	QC40B				Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.	520104098				DATA	28/06/2019

CALHAS PVC	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>CALHA</th> <th>QTD.</th> <th>COMP.</th> <th>Observações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>CALHA PVC 15x30</td> <td>2</td> <td>350 mm</td> <td>Platine da carta A5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CALHA PVC 25x40</td> <td>2</td> <td>400 mm</td> <td>Platine do HMI</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CALHA PVC 25x40</td> <td>2</td> <td>450 mm</td> <td>Platine aparelhagem das cartas</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CALHA PVC 25x40</td> <td>2</td> <td>225 mm</td> <td>Platine da carta A5</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>CALHA PVC 40x40</td> <td>2</td> <td>550 mm</td> <td>Platine de entrada; auxiliar</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>CALHA PVC 40x40</td> <td>1</td> <td>475 mm</td> <td>Platine auxiliar</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>CALHA PVC 40x40</td> <td>2</td> <td>1000 mm</td> <td>Laterais</td> </tr> </tbody> </table>	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	1	CALHA PVC 15x30	2	350 mm	Platine da carta A5	2	CALHA PVC 25x40	2	400 mm	Platine do HMI	3	CALHA PVC 25x40	2	450 mm	Platine aparelhagem das cartas	4	CALHA PVC 25x40	2	225 mm	Platine da carta A5	5	CALHA PVC 40x40	2	550 mm	Platine de entrada; auxiliar	6	CALHA PVC 40x40	1	475 mm	Platine auxiliar	7	CALHA PVC 40x40	2	1000 mm	Laterais	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> CALHA 15 x 30 </div> 	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> CALHA 40 x 40 </div> 
	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações																																						
	1	CALHA PVC 15x30	2	350 mm	Platine da carta A5																																						
	2	CALHA PVC 25x40	2	400 mm	Platine do HMI																																						
	3	CALHA PVC 25x40	2	450 mm	Platine aparelhagem das cartas																																						
	4	CALHA PVC 25x40	2	225 mm	Platine da carta A5																																						
	5	CALHA PVC 40x40	2	550 mm	Platine de entrada; auxiliar																																						
	6	CALHA PVC 40x40	1	475 mm	Platine auxiliar																																						
7	CALHA PVC 40x40	2	1000 mm	Laterais																																							
	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> CALHA 25 x 40 </div> 																																										
																																											
																																											

	MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO	1ª EDIÇÃO	
	APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PÁG 3 DE 4	
	LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.	CÓDIGO SOF31	
	FAMÍLIA	POSTOS PÚBLICOS	Nº REVISÃO 2	
	REFERÊNCIA STD.	520104072	DATA 02/07/2019	
PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO PUBLIC CHARGER				


CALHAS DIN	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
	1	CALHA DIN 35x15	2	380 mm	Laterais	30-350
	2	CALHA DIN 35x15	1	250 mm	Platine entrada	30-220
	3	CALHA DIN 35x7,5	1	100 mm	Platine auxiliar	30-70
	4	CALHA DIN 35x7,5	1	80 mm	Platine entrada	10-70

CALHA 35 x 15

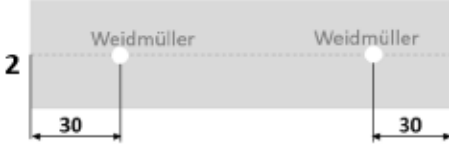


1


CALHA 35 x 7,5




3



2

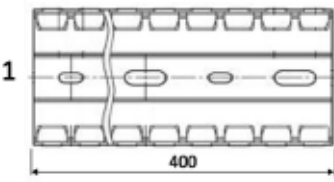



4

		MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO		1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO PUBLIC CHARGER			PÁG 4 DE 4	
LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.				CÓDIGO	SOF31
FAMÍLIA	POSTOS PÚBLICOS				Nº REVISÃO	2
REFERÊNCIA STD.	520104072				DATA	02/07/2019

CALHAS PVC	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações
	1	CALHA PVC 15x30	4	400 mm	Laterais; platine de entrada; auxiliar


CALHA 15 x 30




	MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO	1ª EDIÇÃO	
	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO POLE MOUNT	PÁG 3 DE 3	
	SERRALHARIA / N.A.		CÓDIGO	SOF32
	FAMÍLIA		PM	Nº REVISÃO
REFERÊNCIA STD.	520104139		DATA	01/07/2019

CALHAS DIN	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
	1	CALHA DIN 35x15	2	40 mm	Platine auxiliar	10-30
	2	CALHA DIN 35x15	1	130 mm	Platine entrada	20-110
	3	CALHA DIN 35x7,5	2	300 mm	Laterais	30-270

CALHA 35 x 15




1






2


CALHA 35 x 7,5




3

CALHAS DIN		MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO			1ª EDIÇÃO	
	APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO HOMECHARGER 3/7			PÁG 3 DE 3	
	LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.				CÓDIGO	SOF33
	FAMÍLIA	HC				Nº REVISÃO	1
	REFERÊNCIA STD.	520104003				DATA	01/07/2019
Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)		
1	CALHA DIN 35x15	1	70 mm	Platine auxiliar	10-60		
2	CALHA DIN 35x7,5	1	130 mm	Platine entrada	20-110		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>CALHA 35 x 15</p>  <p>1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>CALHA 35 x 7,5</p>  <p>2</p> </div> </div>							


Apêndice C.13. *Standard* Operacional – Homecharger 11/22

		MOBILIDADE ELÉTRICA		STANDARD OPERACIONAL FABRICO				1ª EDIÇÃO			
APLICAÇÃO		MONTAGEM FINAL						PÁG 1 DE 3			
LINHA / POSTO		SERRALHARIA / N.A.						CÓDIGO		SOF34	
FAMILIA		HC						Nº REVISÃO		01	
REFERÊNCIA STANDARD		520104121						DATA		02/07/2019	

PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO HOMECHARGER 11/22




APROVAÇÃO				RECEPÇÃO				DETENTORES DE CÓPIAS							
Elaborado por:	Rui Pena	Verificado por:	Francisco Gonçalves	Aprovado por:	Daniel Tavares	Recebido por:	Nuno Pereira	QUALIDADE	PROJ. MEC.	PROJ. ELÉC.	MEC.	PROD. LIT.	IND.	LOGIS. TICA	PROJ. CTO
Data:	02/07/2019	Data:	02/07/2019	Data:	02/07/2019	Data:	02/07/2019		X	X		X			
Assinatura:	x	Assinatura:	x	Assinatura:	x	Assinatura:	x		X	X		X			

		MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO			1ª EDIÇÃO	
APLICAÇÃO	MONTAGEM FINAL	PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO HOMECHARGER 11/22				PÁG 3 DE 3	
LINHA / POSTO	SERRALHARIA / N.A.					CÓDIGO	SOF34
FAMÍLIA	HC					Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.	520104121					DATA	02/07/2019


CALHAS DIN	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
	1	CALHA DIN 35x15	1	120 mm	Platine auxiliar	20-100
	2	CALHA DIN 35x7,5	2	120 mm	Platine entrada	20-100
	3	CALHA DIN 35x7,5	1	90 mm	Platine auxiliar	20-70

CALHA 35 x 15




1


CALHA 35 x 7,5



2




3


	MOBILIDADE ELÉTRICA	STANDARD OPERACIONAL FABRICO PROCEDIMENTO DE FABRICO DAS CALHAS DO QC24S	1ª EDIÇÃO		
	APLICAÇÃO		MONTAGEM FINAL	PÁG 3 DE 3	
	LINHA / POSTO		SERRALHARIA / N.A.	CÓDIGO	SOF35
	FAMÍLIA		QC24S	Nº REVISÃO	1
REFERÊNCIA STD.	520104051		DATA	02/07/2019	

CALHAS DIN	Nº	CALHA	QTD.	COMP.	Observações	Furação (mm)
	1	CALHA DIN 35x15	1	210 mm	Platine auxiliar	30-180
	2	CALHA DIN 35x15	1	70 mm	Platine entrada	10-60
	3	CALHA DIN 35x7,5	1	120 mm	Platine auxiliar	20-100
	4	CALHA DIN 35x7,5	1	85 mm	Platine entrada	10-75

CALHA 35 x 15




1




2

CALHA 35 x 7,5



3



4

Apêndice D. Amostragem para cálculo do tempo de *changeover* na Komax

Apêndice D.1. Amostragem do tempo de *changeover* na Komax

Operação	Descrição da operação	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8	Amostra 9	Amostra 10	\bar{X}
1	Desengatar cabo da roldana da Komax	6	4	8	5	6	6	10	7	6	9	7
2	Enrolar cabo na caixa	11	10	14	8	10	15	11	9	13	13	11
3	Movimentar-se até supermercado	5	4	5	5	7	6	4	8	7	6	6
4	Pousar caixa no supermercado	3	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3
5	Retirar do supermercado a caixa do cabo a utilizar	11	14	15	13	10	17	16	15	18	19	15
6	Movimentar-se até ao posto de trabalho	4	4	6	7	5	4	5	5	4	6	5
7	Desenrolar cabo na caixa	5	6	5	8	6	8	6	7	10	7	7
8	Engatar cabo na roldana da Komax	13	11	15	15	14	12	11	13	15	11	13
Tempo de <i>changeover</i>												67


Apêndice D.2. Amostragem do tempo de *changeover* na Komax após melhorias

Operação	Descrição da operação	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8	Amostra 9	Amostra 10	\bar{X}
1	Desengatar cabo da roldana da Komax	8	5	7	6	7	6	5	7	6	6	6
2	Enrolar cabo na caixa	9	13	12	8	14	12	10	12	13	13	12
3	Movimentar-se até supermercado	4	6	5	4	4	5	7	5	6	7	5
4	Pousar caixa no supermercado	5	6	5	5	4	7	6	5	5	6	5
5	Retirar do supermercado a caixa do cabo a utilizar	4	5	4	6	4	3	4	4	6	6	5
6	Movimentar-se até ao posto de trabalho	5	5	4	7	6	5	5	4	5	7	5
7	Desenrolar cabo na caixa	7	5	6	7	7	7	6	8	9	10	7
8	Engatar cabo na roldana da Komax	12	12	14	11	13	10	14	11	14	10	12
Tempo de <i>changeover</i>												57

Apêndice E. Ferramenta para calcular nível de reposição da cablagem

MIX SEMANAL	Equipamentos													Desperdício KOMAX		Variações ao LTF e ao Mix semanal							
	40	16	8	8	16	8	14	10	6	8	8	32	8	5%	50%								
Cabo	AC	HC	HV160 CE	HV160 UL	HV175 CE	HV175 UL	KSK HV160 CE	KSK HV160 UL	KSK HV175 CE	PM	PP	QC45 CE	QC45 UL	Total	Geral	Código	Descrição	Consumo Semanal (mm)	LT (Semanas)	Lote (mm)	Nível de Reposição	Lote	
0,5 Amarelo			2000		6380									6160	14540	130504842	CAB UL 600V 0,5mm AMARELO	330960	2	100000	10	10	
0,5 Azul	16995	890	1450	45360	1370	48280	5180	12440		2050	5810	1380	12905	166550	141950	130504749	CAB UL 600V 0.5mm AZUL	2056446	2	3000000	3	3	
0,5 Branco		1120	45360	1450	46050	1370	3240		8980					12620	11250	130504750	CAB UL 600V 0.5mm BRANCO	1923831	2	3000000	2	2	
0,5 Castanho	12710	1660	12490		13170					3470	12540	34475		90515		130504511	CAB UL 600V 0.5mm CASTANHO	2180724	2	3000000	3	3	
0,5 Cinzento	4575								900	2770				8245		130504823	CAB UL 600V 0.5mm CINZENTO	222978	2	100000	7	7	
0,5 Laranja		825												825		130504510	CAB UL 600V 0.5mm LARANJ	13860	2	100000	1	1	
0,5 Preto	4575	2035	8160	22650	7240	18970	14350	18605		3800	11850	19850	66910	219600		130504751	CAB UL 600V 0.5mm PRETO	2662695	2	3000000	3	3	
0,5 Verde		700								410	3600			4710		130504307	CAB UL 600V 0.5mm VERDE	45444	2	100000	2	2	
0,5 Vermelho	5050	2450	24100	23430	13750	13750	1400	6640	6640	1265	4670	15890	15055	134090		130504752	CAB UL 600V 0.5mm VERMELHO	1841364	2	3000000	2	2	
0,75 Azul			430	430	430	430								1720		130504304	CAB UL 600V 0.75mm AZUL	18060	2	100000	1	1	
0,75 Branco		1310					2100							3410		130504305	CAB UL 600V 0.75mm BRANCO	52878	2	100000	2	2	
0,75 Preto			450	450	450	450								1800		130504306	CAB UL 600V 0.75mm PRETO	18900	2	100000	1	1	
0,75 Vermelho			430	430	430	430								1720		130504308	CAB UL 600V 0.75mm VERMELHO	18060	2	100000	1	1	
1 Azul					9810									9810		130504840	CAB UL 600V 1mm AZUL	164808	2	100000	5	5	
1 Branco		9370	9830		9810									29010		130504753	CAB UL 600V 1mm BRANCO	243684	2	100000	8	8	
1 Castanho					21100									21100		130504756	CAB UL 600V 1mm CASTANHO	354480	2	100000	11	11	
1 Preto		21140	23330		21100					200	49			65819		130504754	CAB UL 600V 1mm PRETO	552880	2	2000000	1	1	
1 Verde		1800	9460		9160		15180	11080	13280					71565		130504301	CAB UL 600V 1mm VERDE	707280	2	2000000	2	2	
1 Verde/Amarelo			9460		9160					1190	3600	13890		37300		130504657	CAB UL 600V 1mm VERD / AMAR	740292	2	2000000	2	2	
1 Vermelho										200	40			240		130504755	CAB UL 600V 1mm VERMELHO	2016	2	100000	1	1	
1,5 Amarelo		1175												1175		130504599	CAB UL 600V 1.5mm AMARELO	19740	2	100000	1	1	
1,5 Azul										190	1350	10070		11610		130504817	CAB UL 600V 1.5mm AZUL	351288	2	100000	11	11	
1,5 Branco							14030	13380	12430					40800		130504298	CAB UL 600V 1.5mm BRANCO	433104	2	1500000	1	1	
1,5 Castanho		845								390	2220	17135		20590		130504299	CAB UL 600V 1.5mm CASTANHO	611856	2	1500000	2	2	
1,5 Laranja		520												520		130504535	CAB UL 600V 1.5mm LARANJ	8736	2	100000	1	1	
1,5 Preto	3640	980	9660	9660	8780	8780	16890	16295	17500		410	850	1120	94565		130504300	CAB UL 600V 1.5mm PRETO	1123931	2	1500000	3	3	
1,5 Verde			250											250		130504759	CAB UL 600V 1.5mm VERDE	2100	2	100000	1	1	
1,5 Verde/Amarelo	540									200	1600			2340		130504819	CAB UL 600V 1.5mm VERD/AMARELO	37800	2	100000	2	2	
1,5 Vermelho		1280	12340	12340	10380	10380					395	950		48065		130504509	CAB UL 600V 1.5mm VERMELHO	525630	2	1500000	2	2	
10 Amarelo		670												4395		130504315	CAB UL 600V 10mm AMARELO	42546	2	100000	2	2	
10 Castanho		620												3945		130504316	CAB UL 600V 10mm CASTANHO	38346	2	100000	2	2	
10 Laranja		545												4035		130504317	CAB UL 600V 10mm LARANJA	38472	2	100000	2	2	
10 Verde		120												320		130504318	CAB UL 600V 10mm VERDE	3696	2	100000	1	1	
10 Verde/Amarelo	2500													2500		130504828	CAB UL 600V 10mm VERD/AMARELO	105000	2	100000	4	4	
2,5 Amarelo			1810		2340									1965		130504292	CAB UL 600V 2.5mm AMARELO	51366	2	100000	2	2	
2,5 Azul			820		910									2000		130504835	CAB UL 600V 2.5MM AZUL	89376	2	100000	3	3	
2,5 Branco				1820	1760									3580		130504293	CAB UL 600V 2.5mm BRANCO	30072	2	100000	1	1	
2,5 Castanho		2160	3670	2750	3860									18960		130504295	CAB UL 600V 2.5mm CASTANHO	263004	2	100000	8	8	
2,5 Cinzento		1450		1980										4620		130504843	CAB UL 600V 2,5mm CINZA	85428	2	100000	3	3	
2,5 Laranja			3490		3650									10515		130504294	CAB UL 600V 2.5mm LARANJA	88326	2	100000	3	3	
2,5 Preto		389	12720	12065	12345	4100	1500	1500						67424		130504296	CAB UL 600V 2.5mm PRETO	863713	2	100000	26	26	
2,5 Verde			3690		4430									8120		130504788	CAB UL 600V 2.5mm VERDE	68208	2	100000	3	3	
2,5 Verde/Amarelo			1720		2740									4460		130504864	CAB UL 600V 2.5mm VERD/AMARELO	60480	2	100000	2	2	
2,5 Vermelho		1000												6020		130504297	CAB UL 600V 2.5mm VERMELHO	127260	2	100000	4	4	
4 Preto														2720		130504289	CAB UL 600V 4mm PRETO	57120	2	100000	2	2	
4 Verde							200	200	200					1900		130504290	CAB UL 600V 4mm VERDE	17220	2	100000	1	1	
4 Vermelho														2995		130504291	CAB UL 600V 4mm VERMELHO	62328	2	100000	2	2	
6 Azul	1260									1740	3920			6920		130504832	CAB UL 600V 6mm AZUL	100464	2	100000	4	4	
6 Castanho	570									1980	3540			6090		130504534	CAB UL 600V 6mm CASTANHO	70308	2	100000	3	3	
6 Cinzento	520									1990	3480			5990		130504833	CAB UL 600V 6mm CINZENTO	67788	2	100000	3	3	
6 Preto	560									1975	3520	85	85	6225		130504286	CAB UL 600V 6mm PRETO	73248	2	100000	3	3	
6 Verde			5145		4185	4185	1600	1600	1600					19090		130504287	CAB UL 600V 6mm VERDE	170436	2	100000	6	6	
6 Verde/Amarelo	930		5215		4185					590	890	5105		16915		130504834	CAB UL 600V 6mm VERD/AMARELO	337134	2	100000	11	11	
Total Geral	54425	20934	181175	190510	174325	175480	78270	90720	96705	22540	66254	156620	154060	1462018									

Apêndice F. *Checklist* dos 6S da área da cravação

		CHECK-LIST 6S		Dia	Área visitada	Auditor
Tema	Critérios a verificar	Estado		Ações / Observações		
		OK	NOK			
5S	O chão está limpo, arrumado, em bom estado e com a marcação ao solo de acordo com o referencial					
	Todos os kanbans estão devidamente identificados e todas as gef-box possuem referências					
	Os armários do bordo de linha estão identificados, com lista de ferramentas, sem material colocado em cima e organizados no seu interior					
	Os postos de trabalho estão com o justo necessário					
	As ferramentas do posto estão em bom estado e no lugar definido					
	A triagem de resíduos está correta					
	As folhas de rosto dos equipamentos estão devidamente preenchidas					
SEGURANÇA	Não existem mangueiras ou cabos a arrastar no chão					
	Os acessos aos meios de combate a incêndios e as portas estão desobstruídas					
	Todos o colaboradores utilizam correctamente os EPIs					
		TOTAL OK				