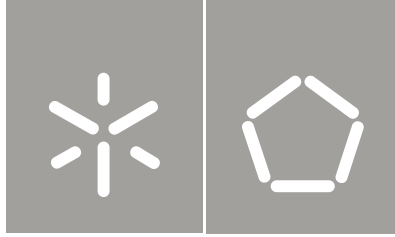




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marta Helena da Costa Andrade

Aplicação de Princípios e Ferramentas
Lean Production na Área dos Metais
de uma Empresa de Componentes
Eletrónicos



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marta Helena da Costa Andrade

Aplicação de Princípios e Ferramentas
Lean Production na Área dos Metais
de uma Empresa de Componentes
Eletrónicos

Tese de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

DECLARAÇÃO

Nome: Marta Helena da Costa Andrade

Endereço eletrónico: marta_c_andrade@hotmail.com

Telefone: 934493329/913819100

Número do Bilhete de Identidade: 13799992

Título da dissertação:

Aplicação de Princípios e Ferramentas Lean Production na Área dos Metais de uma Empresa de Componentes Eletrónicos

Orientadora:

Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Ano de conclusão: 2013

Designação do Mestrado:

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:



AGRADECIMENTOS

Embora este projeto seja de carácter individual, foram muitas as pessoas que contribuíram para a realização deste e ajudaram a ultrapassar alguns obstáculos, por isso expresso aqui o meu sincero agradecimento.

Á minha mãe e irmãos que sempre me acompanharam e apoiaram deste o início do MIEGI até a conclusão deste projeto e continuarão presentes, certamente, em todos os momentos da minha vida.

Á Doutora Anabela Carvalho Alves, orientadora do projeto, pela disponibilidade e sugestões dadas ao longo do projeto, realçando a parte final deste.

Á empresa General Electric Controls Portugal pela oportunidade de realizar o projeto e por me permitir aplicar o conhecimento adquirido ao longo dos 5 anos do MIEGI.

Ao Engenheiro Rui Amaro, orientador do projeto dentro da empresa, pela persistência, paciência e acima de tudo pela frontalidade. Obrigada por tudo que me conseguiu transmitir!

Aos restantes colaboradores da empresa, engenheiros e operários, que sempre se mostraram disponíveis para ajudar.

Aos meus colegas de estágio, destacando a Stephanie que esteve sempre presente, ajudando-me a ultrapassar momentos mais difíceis.

A todos, Muito Obrigada!



RESUMO

A presente dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial descreve um projeto desenvolvido na empresa General Electric Power Controls Portugal. O principal objetivo incidu na melhoria da área dos metais, focando, em particular, a redução dos tempos de preparação das prensas aplicando princípios e ferramentas Lean Production.

Nesta dissertação foi utilizada a metodologia de investigação Action-Research, iniciando-se o ciclo de investigação com um diagnóstico da situação atual da área de estudo. Em simultâneo, elaborou-se uma revisão bibliográfica sobre o Lean Production, relatando os seus desperdícios, princípios, benefícios e dificuldades na sua implementação. Foi feita, também, uma pesquisa acerca das ferramentas do Lean Production, destacando a técnica 5S, Gestão visual, Jidoka, Kanban, Single Minute Exchange of Die (SMED) e Just-In-Time.

O diagnóstico e análise crítica da situação atual foram realizados utilizando ferramentas como o Value Stream Mapping (VSM), o diagrama de causa-efeito, a análise de Pareto, o estudo de tempos e medindo indicadores de desempenho como Overall Equipment Effectiveness (OEE), tempos de entrega, WIP, entre outros. Esta análise permitiu identificar alguns problemas na área, como a desorganização, excesso de stock e o excesso de tempo de preparação na mudança de ferramenta nas prensas. Para solucionar tais problemas, foram propostas a implementação da metodologia SMED, 6S, gestão visual, mecanismos poka-yoke e o sistema Kanban. Com a implementação das propostas foi possível reduzir o tempo de preparação da prensa estudada numa mudança de ferramenta em 83%, os custos em 83% e eliminar as movimentações desta mudança. Foi ainda possível reduzir o valor de stock em 41%, que representa um valor de 6.649,25€ com a aplicação do método kanban. A eliminação de erros, a melhor identificação da matéria-prima, ferramentas e zonas de armazenagem, mais rapidez e mais espaço foram conseguidos com aplicação do 6S e gestão visual. A aplicação do mecanismo poka-yoke permitiu a diminuição da sucata e a redução do tempo de paragem em 3 dias que implicava perdas. Outras propostas permitiram ganhos de 25 minutos na produção, e redução de distâncias percorridas pelos operadores de 32 metros.

Palavras-Chave: Lean Production; SMED; Kanban, 6S, gestão visual, poka-yoke

**ABSTRACT**

This dissertation of Master Integrated degree of Industrial Engineering and Management describes a Project developed in a company, General Electric Power Controls Portugal. The main objective was focused in improving the area of metals, particularly, the tool press setup time reduction, applying principles and tools of Lean Production.

In this dissertation, it was used the research methodology Action-Research, initiating the research cycle with a diagnosis of the current situation of the study area. Simultaneously, was conducted a literature review on Lean Production, reporting their waste, principles, benefits and difficulties in its implementation. At the same time, it was developed a research about the tools of Lean Production, highlighting the 5S technique, Visual Management, Jidoka, Kanban, Single Minute Exchange of Die (SMED) and Just- In-Time.

The diagnosis and critical analysis of the current situation were performed using tools such as Value Stream Mapping (VSM), the cause-effect diagram, Pareto analysis, the time study and measuring performance indicators such as Overall Equipment Effectiveness (OEE), lead times, WIP, among others. This analysis identified some problems in the area, such as disorganization, excess stock and long setup time in changing the tool presses. To solve these problems, it was proposed the implementation of the SMED methodology, 6S, visual management, poka-yoke mechanisms and Kanban system, among other Lean tools.

With the implementation of the proposals was possible to reduce the setup time of tool press change by 83%, reduce costs of this change in 83% and eliminate the movements this change. It was also possible to reduce the value of stock on shelves in 44%, which means a 6.649.25€ with kanban method application. The elimination of errors, better identification of raw-material, tools and stock areas, more quickly and more space were achieved with 6S application and visual management. The implementation of poka-yoke mechanism allowed the reduction of scrap and reduced downtime in 3 days. Other proposals gains allowed 25 minutes in the production, and reducing distances traveled by operators of 32 meters.

Keywords: Lean Production; SMED; Kanban, 6S, visual management, poka-yoke



ÍNDICE GERAL

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice Geral.....	ix
Índice de Figuras	xv
Índice de Tabelas	xix
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xxi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologias de investigação.....	2
1.4 Organização da dissertação	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Lean Production.....	5
2.1.1 Sete desperdícios	5
2.1.2 Princípios do Lean	6
2.1.3 Benefícios e dificuldades de implementação	7
2.2 Ferramentas do Lean Production.....	9
2.2.1 Standard Work.....	9
2.2.2 Produção Just-In-Time.....	11
2.2.3 Jidoka	13
2.2.4 Kaizen.....	14
2.2.5 Técnica 5S's	14
2.2.6 Gestão visual	17
2.2.7 Single Minute Exchange of Die.....	17
2.2.8 Overall Equipment Effectiveness (OEE)	20

3.	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	23
3.1	Identificação e localização da empresa	23
3.2	Historial da empresa	24
3.3	Organização da empresa.....	25
3.4	Produtos, mercado e clientes.....	25
3.5	Descrição geral do sistema produtivo	28
3.5.1	Implantação da área produtiva.....	28
3.5.2	Apresentação dos setores da empresa	29
3.6	Descrição do fluxo geral de informação	32
4.	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL NA PRODUÇÃO DE PEÇAS METÁLICAS	35
4.1	Caraterização da área dos metais	35
4.1.1	Tipos e destino das peças produzidas.....	35
4.1.2	Layout da área dos metais.....	36
4.1.3	Processo produtivo e fluxo de materiais	37
4.2	Análise crítica da situação atual e identificação de problemas	42
4.2.1	Análise Produto-Quantidade	42
4.2.2	Análise Produto-Valor	44
4.2.3	Estudo dos tempos de setup das PMAU's.....	46
4.2.4	Funcionamento e custos da PMAU 41.....	47
4.2.5	Análise do Overall Equipment Effectiveness (OEE).....	50
4.2.6	Análise ao valor do stock	51
4.2.7	Síntese de problemas identificados	53
5.	APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA.....	55
5.1	Implementação da metodologia SMED.....	56
5.1.1	Estágio preliminar: O setup interno e externo não se distinguem.....	56



5.1.2	Estágio 1: Separação entre operações internas e externas	57
5.1.3	Estágio 2: Passagem de operações internas para operações externas	57
5.1.4	Estágio 3: Otimização das Operações Internas	60
5.1.5	Implementação de uma Standard work combination sheet	68
5.2	Aplicação do método Kanban e Planeamento Diário de Produção	68
5.2.1	Cálculo do número de kanbans e valor do stock	69
5.2.2	Elaboração do Kanban	70
5.2.3	Instruções de trabalho para utilização dos kanbans	71
5.2.4	Identificação dos contentores	71
5.2.5	Plano de produção semanal	71
5.3	Aplicação da Gestão Visual e 6S.....	72
5.3.1	Bandeiras de identificação.....	72
5.3.2	Identificação de material e zonas de armazenagem.....	72
5.3.3	Organização da estante de armazenamento das peças.....	74
5.3.4	Estante dos cunhos das Bihler's.....	75
5.3.5	Colocação de uma mesa de trabalho na área dos metais.....	76
5.4	Aplicação de mecanismos Poka-Yoke.....	77
5.5	Outras propostas de melhoria na área dos metais	77
5.5.1	Calha para orientar e transportar as peças.....	78
5.5.2	Alimentador das PMAU's	78
5.5.3	Pesagem das peças na área dos metais	79
6.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	81
6.1	Ganhos com a aplicação da metodologia SMED.....	81
6.1.1	Redução do tempo de setup e operações na mudança de ferramenta	81
6.1.2	Redução das movimentações durante a mudança de ferramenta.....	83
6.1.3	Redução de custos numa mudança de ferramenta	84

6.1.4	Melhoria do Overall Equipment Effectiveness (OEE).....	85
6.2	Ganhos com a aplicação do método kanban e planeamento de produção.....	86
6.3	Ganhos com a aplicação da gestão visual e 6S	87
6.3.1	Eliminação de erros com as bandeiras de identificação	87
6.3.2	Melhor identificação de matéria-prima, ferramentas e zonas de armazenagem.....	87
6.3.3	Organização da estante de armazenamento de peças.....	87
6.3.4	Mais rapidez com a estante dos cunhos das Bihler's	88
6.3.5	Espaço para manuseamento e segurança com a mesa de trabalho	88
6.4	Resultado da aplicação do mecanismo Poka-Yoke	88
6.5	Ganhos com outras melhorias	88
7.	CONCLUSÕES.....	91
7.1	Conclusão.....	91
7.2	Trabalho futuro.....	92
	Referências Bibliográficas	95
	Anexo I - Instrução de Trabalho, controlo e autocontrolo	99
	Anexo II - Análise ABC do Produto-Quantidade	103
	Anexo III - Análise ABC do Produto-Valor	107
	Anexo IV - Tempos de Setup observados, na situação atual	111
	Anexo V - Registo das operações da mudança de Ferramenta na PMAU 41, na situação atual.....	113
	Anexo VI - Cálculo de Custo de Mudança na PMAU 41	115
	Anexo VII - Cálculo do OEE da PMAU 41, na situação atual	117
	Anexo VIII - Planeamento de Produção Semanal	119
	Anexo IX - Semelhanças e Características dos Cunhos da PMAU 41	123
	Anexo X - Desenho Técnico da Porca Standard	125
	Anexo XI - Desenho Técnico da Pega, Blocos Padrão e suporte.....	127
	Anexo XII - Desenhos Técnicos dos Calços da PMAU 41	133



Anexo XIII - Standard Work Combination Sheet da Mudança de Ferramenta	137
Anexo XIV - Cálculo do Kanban	139
Anexo XV- Instrução de Trabalho do Kanban	141
Anexo XVI - Desenhos Técnicos dos Suportes	143
Anexo XVII - Instruções da Balança	145
Anexo XVIII - Análise ABC das Peças Produzidas nas Bihler's	147
Anexo XIX- Poster com a Ordem de Operações na Mudança de Ferramenta.....	149
Anexo XX- Cálculo do OEE da PMAU 41, após a implementação das propostas .	151

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Forças que suportam e resistem ao Lean (adaptado de Melton, 2005)	9
Figura 2: Três componentes de standard work (adaptado de: The Productivity Development Team, 1998)	10
Figura 3: Kanban na fábrica de Motomachi, 1975 (http://www.toyota-global.com)... ..	12
Figura 4: Ciclo PDCA (Meireles, 2001).....	14
Figura 5: Benefícios da diminuição do tempo de mudança com a aplicação do SMED (adaptado de: The Productivity Development Team, 1996).....	18
Figura 6: Funcionamento de muitos equipamentos (Silva, 2013).....	20
Figura 7: Fachada da empresa.....	23
Figura 8: Organigrama da GEPC. A) Departamentos diretos; B) Departamentos de suporte.....	25
Figura 9: Disjuntores	26
Figura 10: Tipos de ELCB	26
Figura 11: Tomadas e interruptores, uso doméstico (à esquerda) e uso industrial (à direita)	26
Figura 12: Logotipo dos clientes da GEPC.....	27
Figura 13: Vendas em função do cliente	28
Figura 14: Primeiro piso da GEPCP	28
Figura 15: Segundo piso da GEPCP	29
Figura 16: Área dos Metais.....	30
Figura 17: Área dos Plásticos.....	30
Figura 18: Área de Soldadura.....	30
Figura 19: Área de montagem de WA/WD	31
Figura 20: Área de montagem de ELCB.....	31
Figura 21: Fluxo de informação da GEPCP.....	33
Figura 22: Peças produzidas na área dos metais.....	35
Figura 23: Layout da área dos metais	36
Figura 24: Prensa Mecânica Típica Automática (PMAU)	37
Figura 25: Prensa mecânica automática transversal (Bihler)	38
Figura 26: Máquina de roscar.....	38
Figura 27: Rolos de fita metálica em paletes no chão da área.....	39

Figura 28: Diagrama de análise de processo dos metais.....	40
Figura 29: Estante de componentes (supermercado).....	41
Figura 30: Forno.....	42
Figura 31: Representação gráfica da Análise Produto-Quantidade.....	43
Figura 32: Produção de peças por máquina.....	44
Figura 33: Representação gráfica da Análise Produto-Valor.....	44
Figura 34: Tempo Médio de Setup nas PMAU's.....	46
Figura 35: Diagrama de Spaghetti durante a mudança de ferramenta.....	49
Figura 36: Diagrama Causa-Efeito das PMAU paradas.....	51
Figura 37: Estante de armazenamento de peças.....	52
Figura 38: Documentação colocada na PMAU para reduzir as deslocações dos operadores.....	58
Figura 39: Carro de transporte existente.....	59
Figura 40: Carro de transporte melhorado.....	59
Figura 41: Ferramentas, Antes (à esquerda) e Depois (à direita).....	60
Figura 42: Cunhos sem nariz (à esquerda) e com nariz (à direita).....	61
Figura 43: Calibres, antes (à esquerda) e depois (à direita).....	62
Figura 44: Blocos padrão no suporte.....	62
Figura 45: Desenho Técnico da montagem da base da prensa, cunho e calços.....	63
Figura 46: Tubos para abertura da PMAU.....	64
Figura 47: Estante de cunhos, antes (à esquerda) e depois (à direita).....	64
Figura 48: Cunhos sem identificação (à esquerda) e com identificação (à direita)...	65
Figura 49: Desenroladores, antigo (à esquerda) e novo (à direita).....	65
Figura 50: Contendor de sucata sem suporte (à esquerda) e com suporte (à direita)66	
Figura 51: Sistema de lubrificação através do ar (à esquerda) e através da bomba de líquidos (à direita).....	67
Figura 52: Cartão Kanban.....	70
Figura 53: Etiqueta de identificação de contendor.....	71
Figura 54: Bandeira de identificação.....	72
Figura 55: Rolo de Fita Identificado.....	73
Figura 56: Suporte de rolos de fita.....	73
Figura 57: Fixação dos carros de transporte e área de controlo das peças.....	74
Figura 58: Organização da estante consoante o destino das peças.....	75



Figura 59: Nova estante de cunhos das Bihler's	76
Figura 60: Mecanismo poka-yoke instalado nas prensas.....	77
Figura 61: Calha de orientação e transporte de peças.....	78
Figura 62: Curso do alimentador	79
Figura 63: Balança	79
Figura 64: Comparação de tempos de setup da PMAU 41	81
Figura 65: Tempo de preparação na mudança da PMAU 41	82
Figura 66: Diagrama de Spaghetti durante a mudança de ferramenta após a aplicação do SMED	83
Figura 67: Deslocação realizada pelo operário para fazer a pesagem das peças ...	89
Figura 68: Instrução de trabalho.....	99
Figura 69: Instrução de controlo 1/2.....	100
Figura 70: Instrução de controlo 2/2.....	101
Figura 71: Folha de Autocontrolo	102
Figura 72: Desenho técnico da porca standard.....	125
Figura 73: Desenho técnico da pega dos blocos padrão.....	127
Figura 74: Desenho técnico do bloco padrão de 8mm	128
Figura 75: Desenho técnico do bloco padrão de 10mm	129
Figura 76: Desenho técnico do bloco padrão de 49,5mm	130
Figura 77: Desenho técnico do bloco padrão de 52mm	131
Figura 78: Desenho técnico do suporte dos blocos padrão da PMAU 41	132
Figura 79: Desenho técnico do calço traseiro.....	133
Figura 80: Desenho técnico do calço da frente	134
Figura 81: Desenho técnico do calço de trás simples	135
Figura 82: Standard Work Combination Sheet, após implementação de propostas	137
Figura 83: Instrução de trabalho do kanban 1/2	141
Figura 84: Instrução de trabalho do kanban 2/2	142
Figura 85: Desenho técnico do suporte do sensor	143
Figura 86: Desenho técnico do suporte do micro	144
Figura 87: Instruções da balança	145
Figura 88: Poster com a ordem de operações na mudança de ferramenta.....	149



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Técnicas para a redução do tempo de setup.....	19
Tabela 2: Valor de classe mundial de OEE	21
Tabela 3: Etapas principais da história da GEPCP	24
Tabela 4: Análise Produto-Quantidade.....	43
Tabela 5: Análise Produto-Valor.....	45
Tabela 6: Afetação Peça-Máquina	46
Tabela 7: Operações na mudança de ferramenta	47
Tabela 8: Matriz de distâncias durante a mudança de ferramenta.....	48
Tabela 9: Custo de mudança de ferramenta, na situação atual	50
Tabela 10: Comparação do valor do OEE da PMAU 41 com o valor de classe mundial	50
Tabela 11: Stock das peças da classe A da análise ABC, antes da aplicação de melhorias.....	53
Tabela 12: Síntese de problemas identificados	54
Tabela 13: Plano de ações.....	55
Tabela 14: Operações e Tempo de Setup no Estágio 1	57
Tabela 15: Operações passadas a externas	57
Tabela 16: Operações e tempo de Setup no estágio 2	60
Tabela 17: Operações e tempo de setup no estágio 3	68
Tabela 18: Valor do Stock após a aplicação do método kanban	69
Tabela 19: Organização da estante de Cunhos das Bihler's.....	76
Tabela 20: Comparação do número de operações, antes e depois da implementação da melhorias	82
Tabela 21: Comparação de custos, antes e após a implementação do SMED	84
Tabela 22: Comparação do valor do OEE da PMAU 41 com o valor de classe mundial após aplicação de melhorias	85
Tabela 23: Valor de Stock antes e depois da aplicação do método Kanban	86
Tabela 24: Análise ABC do Produto-Quantidade	103
Tabela 25: Análise ABC do produto-valor	107
Tabela 26: Tempos de setup observados	111
Tabela 27: Operações da mudança de ferramenta	113

Tabela 28: Custo de mudança de ferramenta na PMAU 41	115
Tabela 29: OEE da PMAU 41, na situação atual.....	117
Tabela 30: Planeamento de produção semanal (ELCB)	119
Tabela 31: Planeamento de produção semanal (WAWD) (1/2).....	120
Tabela 32: Planeamento de produção semanal (WAWD) (2/2).....	121
Tabela 33: Semelhanças e características dos cunhos da PMAU 41	123
Tabela 34: Cálculo do Kanban	139
Tabela 35: Análise ABC das peças produzidas nas Bihler's	147
Tabela 36: OEE da PMAU 41, após implementação das propostas	151



LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BIHLER	Prensa mecânica automática transversal
CMDO	Custo de mão-de-obra
COO	Custo de Changeover
CPP	Custo de Perda de Produção
CS	Custo de Scrap
ELCB	Earth Linkage Circuit Breaker
GE	General Electric
GEPCP	General Electric Power Controls Portugal
JIT	Just-In-Time
MTO	Make To Order
MTS	Make To Stock
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PMAU	Prensa Mecânica Automática
SAP	Systems, Applications and Products in Data Processing
SMED	Single Minute Exchange of Die
WA	Wiring Accessories
WD	Wiring Devices
WIP	Work In Process



1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é realizado o enquadramento para o projeto de dissertação com o tema “Aplicação de princípios e ferramentas Lean Production na área dos metais de uma empresa de componentes eletrónicos”. Neste são ainda apresentados os objetivos, a metodologia de investigação utilizada e a organização desta dissertação.

1.1 Enquadramento

Atualmente, devido à crise económica, as empresas tem de se manter competitivas havendo necessidade de reduzir custos e eliminar atividades que não acrescentam valor ao produto, produzindo apenas aquilo que o cliente está disposto a pagar. É crucial tornar os processos eficientes, garantindo sempre a qualidade dos produtos com preços competitivos no mercado.

Uma metodologia organizacional que tem sido usada para atingir estes objetivos é o Lean Production (Womack, Jones, & Roos, 1990). A produção Lean teve origem no sistema de produção da Toyota - Toyota Production System (TPS) desenvolvido por Ohno (1988) no sector da indústria automóvel. Segundo Womack & Jones (1996) o pensamento Lean define-se como fazer mais com menos e baseia-se nos princípios e processos de trabalho do sistema de produção da Toyota.

Para implementar o modelo Lean Production numa empresa é necessário recorrer-se a diversas ferramentas, como por exemplo, técnica dos 5S's, Kanban e Single Minute Exchange of Die (SMED). A implementação Lean é gradual e está constantemente a ser atualizada. O que é feito nunca é perfeito, procura-se sempre a melhoria contínua dos processos e da empresa, implementando as ferramentas por etapas, primeiro as mais simples como 5S e depois mais complexas como o sistema Kanban.

A empresa onde se realizou esta dissertação já implementava princípios e algumas ferramentas Lean Production para melhorar a eficiência do seu sistema de produção (Miranda, 2010; Rocha, 2010; Loureiro, 2012). Esta empresa denomina-se General Electric Power Controls Portugal (GEPCP) e dedica-se à produção de disjuntores, mecanismos e tomadas, dividindo-se a produção em vários sectores funcionais: metais, plásticos, soldadura e montagem.

O sector dos metais era considerado um sector crítico, uma vez que o produto que sai é necessário para os restantes sectores e, portanto, se este sector falha ou se atrasa, o trabalho dos outros sectores fica comprometido. Por vezes tinham de se alterar as ordens de produção por falta de peças que são produzidas na área dos metais. Nesta secção havia falta de organização e poucas ferramentas em relação às máquinas e operadores que lá trabalhavam. O tempo de preparação das máquinas era muito elevado, o espaço limitado e embora já se tivesse usado o sistema Kanban, este estava completamente desatualizado. Foi neste contexto que surgiu a proposta de aplicação da metodologia Lean na área dos metais.

1.2 **Objetivos**

O principal objetivo deste projeto foi aplicar ferramentas da metodologia Lean, para melhorar a organização, eficiência e tempo de resposta na área de metais da empresa. Assim, como objetivos específicos pretendeu-se:

- Reorganizar a área dos metais;
- Identificar e melhorar os procedimentos;
- Recalcular número de Kanbans e redefini-los;
- Reduzir os tempos de preparação das prensas.

Pretendeu-se ainda melhorar as seguintes medidas de desempenho:

- Reduzir o lead time;
- Aumentar a eficiência das prensas;
- Aumentar a produtividade desta área.

1.3 **Metodologias de investigação**

Os processos de pesquisa têm como objetivo auxiliar o desenvolvimento de um projeto de investigação (Saunders, Lewis, & Thornhil, 2007). Normalmente, um processo de investigação passa por seis fases: Formular o tópico (Fase 1); rever a literatura (Fase 2); planejar a investigação (Fase 3); recolher dados (Fase 4); analisar dados (Fase 5) e escrever a dissertação (Fase 6). Na primeira fase definem-se os objetivos e planeamento do projeto e escolhe-se a metodologia de investigação, que melhor se adequa ao projeto. Na segunda faz-se a revisão bibliográfica, pesquisa e análise de fontes bibliográfica, recorrendo a várias fontes, como relatórios e teses



(fontes primárias), livros, revistas e artigos científicos (fontes secundárias), e fontes terciárias.

A investigação realizada seguiu a metodologia Action-Research para a realização deste projeto uma vez que existe um envolvimento do investigador com os colaboradores da empresa, possibilitando um ambiente colaborativo entre todos e permitindo investigar e analisar situações reais e concretas e agir através da implementação de propostas de melhoria. A metodologia Action-Research é definida como “aprender fazendo” (O'Brien, 1998). Esta metodologia é vista como um processo cíclico com 5 etapas: 1) diagnóstico; 2) planeamento de ações; 3) implementação das ações selecionadas; 4) avaliação e análise dos resultados e 5) especificação de aprendizagem (Susman & Evered, 1978). Estas fases foram seguidas neste projeto:

Etapa 1- Diagnóstico e análise do estado atual da empresa (fases 4 e 5 referidas em cima), focando mais a secção em estudo. Recolha de dados e informações atuais da empresa para posterior análise através de medições de tempos, fotografias, vídeos, entre outros, que demonstraram ser necessários e adequados. Identificação de problemas e desperdícios utilizando ferramentas como o Value Stream Mapping (VSM), diagrama de causa-efeito, análise de Pareto, estudo de tempos, avaliação ergonómica, entre outras. Medição de indicadores de desempenho: Overall Equipment Effectiveness (OEE), tempos de entrega, WIP, entre outros.

Etapa 2- Planeamento de ações através da apresentação de propostas de melhoria para solucionar os problemas identificados na análise.

Etapa 3 – Implementação de propostas, i.e., aplicação de ferramentas Lean, depois de obtida a autorização para as implementar de forma a solucionar os problemas identificados e a eliminar os desperdícios.

Etapa 4 – Análise, avaliação e discussão dos resultados obtidos com a implementação das propostas e correção de eventuais desvios.

Etapa 5 – Especificação de aprendizagem. Neste ponto, o problema foi reavaliado de forma a verificar se estava resolvido e, quando necessário, iniciou-se outro ciclo do processo. Este processo continuou até que o problema fosse completamente resolvido (O'Brien, 1998).

1.4 Organização da dissertação

Esta dissertação está organizada em sete capítulos, começando pela introdução do projeto, onde se descreve o enquadramento, objetivos, metodologia de investigação usada e é descrita a organização da dissertação.

No capítulo dois é feita a revisão bibliográfica, onde se menciona o Lean Production, os seus desperdícios, princípios, benefícios e dificuldades de implementação. Neste capítulo são também, apresentadas várias ferramentas do Lean Production, como o kaizen, técnica 5S's, kanban e SMED, indicadores de produção e ferramentas de diagnóstico.

No terceiro capítulo, é feita a apresentação e caracterização da empresa que acolheu este projeto, a GEPCP. É apresentada a implantação da área produtiva e descrição geral do sistema produtivo e fluxo de materiais da empresa.

No capítulo quatro, é descrita e analisada a situação atual da área de produção de peças metálicas, onde são identificados alguns problemas encontrados na área.

O quinto capítulo refere-se a apresentação de propostas de melhoria, face aos problemas identificados no capítulo anterior. É proposta a implementação da metodologia SMED e método kanban, entre outros, como, técnica 5S's, gestão visual, jidoka, kaizen e just-in-time.

No capítulo seis é feita uma análise e discussão das propostas de melhoria implementadas na área, comparando a situação antes da implementação das propostas de melhoria com o após dessa implementação.

Por fim, no capítulo sete são apresentadas as conclusões deste projeto, assim como o trabalho a elaborar futuramente, dando continuidade ao projeto.



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é feita uma revisão bibliográfica ao Lean Production, os seus desperdícios, princípios, benefícios e dificuldades de implementação. São apresentadas diferentes ferramentas do Lean Production: Kaizen, Técnica 5S, Gestão visual, Jidoka, Kanban, Single Minute Exchange of Die, Standard Work e Just-In-Time.

2.1 Lean Production

A produção Lean teve origem no sistema de produção da Toyota - Toyota Production System (TPS) desenvolvido por Ohno (1988) no sector da indústria automóvel. Segundo Womack & Jones (1996), o pensamento Lean define-se como fazer mais com menos e baseia-se nos princípios e processos de trabalho do sistema de produção da Toyota. Para Liker (2004) a produção Lean não é mais que a eliminação de desperdícios, tendo como objetivos melhorar a qualidade, diminuir o custo e lead time do produto.

Para implementar o modelo Lean Production (LP) numa empresa é necessário recorrer-se a diversas ferramentas, tais como: técnica dos 5S's, kanban e SMED, entre outras.

2.1.1 Sete desperdícios

Segundo Ohno (1988) o desperdício representa qualquer atividade que consome recursos, o que se traduz num aumento de custos de produção e que não contribuem para aumentar o valor que o cliente paga pelo produto. Este autor identificou sete tipos de desperdícios: sobreprodução, esperas, movimentação, transporte, inventário, sobre-processamento ou processamento incorreto e defeitos explicados de seguida:

- **Sobreprodução:** É o pior dos desperdícios e mais comum na indústria (Ohno, 1988). Isto significa o que é produzido além do necessário para satisfazer a ordem de fabrico ou produção antecipada, i.e., produção mesmo antes do produto ser requerido pelo cliente.
- **Esperas:** considera-se espera quando um operário ou máquina está parado. Este tempo de espera não acrescenta valor ao produto e pode ser originado

por falta de material, avaria de máquina, acidentes, não conformidades e grandes lotes de produção.

- **Movimentações:** Movimentação de pessoas ou equipamentos que não acrescentam valor ao produto.
- **Transporte:** Para a produção de um produto é necessário o transporte de matéria-prima e produto entre postos de trabalho, este transporte não acrescenta valor ao produto e por isso devem ser minimizadas as distâncias percorridas.
- **Inventário:** excesso de inventário ocupa espaço e tempo para organizar este inventário com muitos custos associados. Este desperdício pode ocultar muitos outros desperdícios.
- **Sobre-processamento ou processamento incorreto:** desperdício causado por processos a mais do que o necessário ou operações incorretamente processadas.
- **Defeitos:** A falta de controlo ao longo do processo produtivo leva à produção de produtos não conformes. Para contornar este problema as empresas aumentam o controlo e aumentam o stock para compensar a quantidade de produtos não conformes, o que leva a maiores custos de produção.

2.1.2 Princípios do Lean

Segundo Womack & Jones (1996), a produção Lean baseia-se em cinco princípios fundamentais, cuja aplicação é considerada como o “antídoto para eliminação dos desperdícios”. Estes são a definição de 1) valor, 2) cadeia valor, 3) fluxo, 4) sistema puxado (pull), e 5) perfeição, descritos de seguida:

- **Valor:** Os produtos devem ter o valor que o cliente está disposto a pagar. Características que, do ponto de vista do cliente, não acrescentam qualquer tipo de valor ao produto, são desnecessárias. Por isso, se existirem, os produtos e/ou processos devem ser melhorados.
- **Cadeia de Valor:** Engloba todos os processos que desenvolvem, produzem e entregam os resultados esperados. Os processos que caracterizam a cadeia de valor incluem as atividades necessárias, desde o pedido do cliente até a expedição do produto final. É necessário analisar os processos para poder eliminar todas as atividades que não acrescentam valor ao produto.



- Fluxo: O fluxo deve ser contínuo, eliminando os tempos de espera e inventário, de maneira a responder as datas de entrega, melhorando assim o serviço ao cliente.
- Sistema puxado (pull): Deve ser o cliente a puxar a produção, assim apenas se produz no momento e quantidade certa, evitando a criação e acumulação de inventário. Womack & Jones (1996) dizem para não produzir nada até que seja necessário.
- Perfeição: Depois de concretizados os primeiros quatro princípios, busca-se a perfeição. A perfeição é caracterizada pela melhoria contínua, que procura desperdícios para os eliminar.

Pinto (2008) defende que os cinco princípios mencionados por Womack & Jones (1996) apresentam algumas lacunas, como considerar apenas a cadeia de valor do cliente e levar as organizações a entrar em ciclos de redução de desperdícios, ignorando a criação de valor através da inovação de novos produtos, serviços e processos. Surge, então, a adoção de mais dois princípios, “conhecer o stakeholder” e “inovar sempre”.

2.1.3 Benefícios e dificuldades de implementação

A implementação de Lean Production numa empresa não é considerada fácil pois a sua implementação requer, muitas vezes, uma mudança de cultura organizacional e um comprometimento total dos gestores de topo (Womack & Jones, 1996). Obtido este comprometimento e implementado LP, os benefícios são muitos. Melton (2005) sintetiza os principais benefícios da implementação do Lean Production:

- Redução de custos;
- Melhor gestão de conhecimentos;
- Diminuição dos erros;
- Diminuição dos sete desperdícios;
- Diminuição da necessidade de retrabalho;
- Redução do inventário;
- Redução do lead time.

Segundo Klym (2013) os benefícios da aplicação da metodologia Lean resumem-se da seguinte forma:

- Aumento da qualidade;
- Aumento da produtividade;
- Aumento da satisfação dos clientes;
- Aumento da motivação dos trabalhadores;
- Redução dos custos operacionais;
- Crescimento da empresa.

Com a implementação da metodologia Lean, Womack & Jones (1996) demonstraram que muitas empresas norte-americanas, europeias e japonesas duplicaram os níveis de desempenho e reduziram o stock e defeitos, aumentando o nível de serviço aos clientes. Liker (2004) diz que já em 1987 com a aplicação dos princípios básicos do Lean, a Toyota conseguia colocar um novo modelo no mercado em menos de 14 meses que os seus concorrentes, utilizava metade dos engenheiros e conseguia menor percentagem de defeitos de fabrico.

Quanto às dificuldades, o autor apontava a falta de objetivos tangíveis, a demora no surgimento dos resultados e a ideia da empresa de que os métodos a funcionar são eficientes e por isso não sentem que devem mudar. No entanto, o autor diz que estas dificuldades são discutíveis, pois com o processo Lean a produção será mais rápida, o que leva a uma resposta mais rápida ao cliente, resultando em benefícios financeiros para a empresa. Tal como a ideia de que os processos usados na empresa já são eficientes pode ser pura ilusão, pois a aplicação do Lean faz com que todos os processos dentro da empresa sejam revistos, sendo neste processo reveladas muitas ineficiências.

Melton (2005) resume os benefícios e dificuldades como forças que suportam e resistem ao movimento Lean (Figura 1).

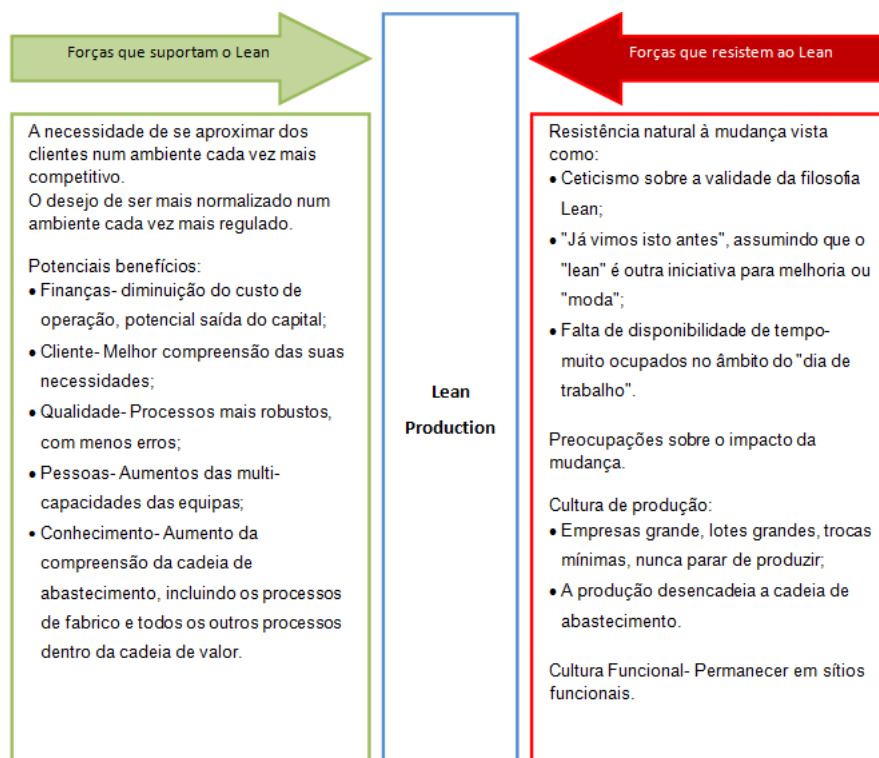


Figura 1: Forças que suportam e resistem ao Lean (adaptado de Melton, 2005)

Dalla & Morais (2006) dizem ser necessária uma maior cooperação e confiança entre trabalhadores e administração o que pode aumentar o nível de stress dos trabalhadores, piorando os resultados pretendidos.

2.2 Ferramentas do Lean Production

Neste subcapítulo são apresentadas várias ferramentas da metodologia Lean Production utilizadas no decorrer deste projeto, como: Standard Work, Produção Just-In-Time, Jidoka, Kaizen, Técnica 5S, Gestão visual Single Minute Exchange of Die e Overall Equipment Effectiveness(OEE).

2.2.1 Standard Work

O Standard Work tem como objetivo normalizar a maneira como um determinado trabalho é executado, de modo a melhorar os processos e operações. Pode definir-se como um conjunto de procedimentos de trabalho que visam os melhores métodos e sequências para cada processo e para cada trabalhador (The Productivity Development Team, 2002). Monden (1998) defende que Standard Work deve englobar três componentes: Standard Cycle Time, Standard Work Sequence e Standard In-Process Inventory (Figura 2).

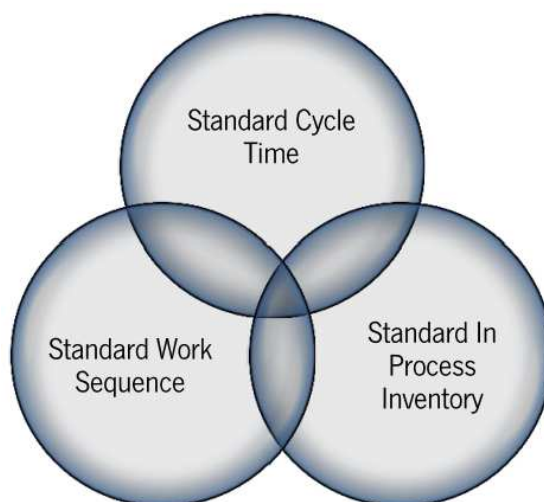


Figura 2: Três componentes de standard work (adaptado de: The Productivity Development Team, 1998)

O Standard Cycle Time é o tempo padrão em que uma linha deve produzir um produto ou componente, sendo a sua procura ordenada pelo mercado (Monden, 1998). The Productivity Development Team (1998) determina Standard Cycle Time cronometrando o tempo de ciclo do início ao fim do processamento de um produto, incluindo o tempo de processamento da máquina, o tempo de trabalho manual, transporte, esperas e tempo de inspeção.

A Standard Work Sequence refere-se a sequência de trabalho padrão, ou seja estabelece a ordem pela qual as operações de um processo devem ser executadas, permitindo ao operador repetir este ciclo de forma consistente ao longo do tempo (The Productivity Development Team, 1998). Por fim, Standard In-Process Inventory pretende padronizar a quantidade mínima de peças ou materiais necessários para completar um ciclo de processamento. Existem diferentes documentos para registrar o Standard Work:

- Process Capacity Table- Tabela onde é feito o registo do tempo de máquina e do tempo de operador, bem como o tempo de troca de ferramenta.
- Standard Work Combination Sheet- Folha onde se relacionam o tempo de funcionamento da máquina e tempo de trabalho humano num processo.
- Standard Work Sheet- Folha onde não só estão registadas as operações e sua sequência operatória mas também a disposição dos equipamentos para esta sequência.



2.2.2 Produção Just-In-Time

A técnica Just-In-Time (JIT) foi desenvolvida pela Toyota, no Japão, por Taiichi Ohno, tendo como principal objetivo a eliminação de desperdícios. Segundo Liker (2004), a aplicação do sistema JIT permite uma resposta no momento e quantidade que o cliente deseja, utilizando o mínimo de recursos na produção (mão de obra ou equipamentos).

JIT difere da abordagem de produção em massa usada por muitas empresas. A produção em massa é projetada para produzir grandes lotes de produtos idênticos, que são armazenados e posteriormente enviados aos clientes como eles são ordenados. Em contraste, a abordagem JIT permite que uma empresa produza uma grande variedade de produtos em quantidades menores, com um prazo de entrega mais curto, de modo a atender às necessidades específicas dos clientes (The Productivity Development Team, 1998).

A produção JIT baseia-se num sistema pull, i.e., é o cliente que puxa a produção. Para implementar o JIT é necessário um mecanismo que puxe a produção. Um desses mecanismos é o Kanban. Kanban é um termo japonês que significa etiqueta, cartão e o seu funcionamento baseia-se na circulação destes para autorizar a produção (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2006). Foi criado logo após a segunda Guerra Mundial, no Japão, por Ohno, na Toyota Motor Company.

Segundo Bilstein, Sequeira, & Carvajal (1994) a ideia base do sistema kanban foi uma consequência da crise do petróleo, em 1973, que afetou fortemente a indústria japonesa. O grande objetivo era tornar a gestão da produção mais económica e flexível.

Segundo a Toyota (2004), foi o supermercado americano que inspirou o sistema kanban de Taiichi Ohno na linha de produção. Ohno observou como os clientes apenas pegavam no número de produtos que precisavam do supermercado e que por sua vez, o supermercado era reabastecido no momento certo e nas quantidades necessárias (Figura 3). A Toyota Company afirma que foi esta observação que levou Ohno a pensar sobre como eliminar o desperdício na linha de produção.



Figura 3: Kanban na fábrica de Motomachi, 1975 (<http://www.toyota-global.com>)

Segundo Dennis (2007) existem dois tipos de kanban: o kanban de produção, que origina ordens de produção, indicando o produto e quantidade a produzir, e o kanban de transporte, que indica o produto e quantidade a retirar entre dois postos de trabalho. Segundo Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous (2006), o número de kanbans pode calcular-se segundo a seguinte fórmula:

$$N = \frac{DL + G}{C}$$

Em que:

- N- número de kanbans;
- D- consumo médio de produtos pelos clientes por unidade de tempo;
- L- prazo de disponibilização dos produtos;
- G- fator de gestão: fator de cobertura de imprevistos e mudanças de série;
- C- número de peças existentes num contentor.

Com a implementação do sistema kanban podem evidenciar-se alguns dos problemas da fábrica. Gerir um fluxo de produtos através do método kanban exige uma grande fluidez de escoamento dos produtos (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2006). Por isso devem introduzir-se melhorias que variam de empresa para empresa, um exemplo é reduzir as mudanças de série demasiado longas e prejudiciais ao bom funcionamento do kanban. Algumas das vantagens da implementação deste sistema são:



- Permite visualizar problemas do processo produtivo, que se encontravam disfarçados;
- Serviço ao cliente melhorado, ao nível do cumprimento de prazos, de quantidades e qualidade;
- Gestão da produção fica simplificada, pois o kanban gera automaticamente ordens de produção;
- Maioritariamente, redução de stocks que se traduz em redução de custos e maior espaço disponível na fábrica.

2.2.3 Jidoka

Jidoka é uma palavra japonesa que significa a autonomia que o operador ou a máquina têm para parar o processo quando é detetada alguma anomalia (Liker & Meier, 2006). Segundo Liker (2004) o objetivo do Jidoka é colocar as máquinas a trabalhar sem que seja necessário um acompanhamento contínuo por parte dos operários e alertando-os e parando a máquina, através de um sinal, quando existe alguma anomalia.

Para Shingo (1989), um processo só é completamente automatizado se a máquina for capaz de detetar e corrigir os seus próprios problemas operacionais. Por isso, defende o Jidoka como um estágio anterior a automação, uma vez que a máquina ainda não tem a capacidade de corrigir os seus problemas sem a ajuda dos operários.

Para implementar o Jidoka, o TPS usa, entre outras ferramentas, mecanismos poka-yoke. Os mecanismos poka-yoke, ferramenta também denominada *mistake proofing* ou *error proofing*, significa à prova de erros. Esta ferramenta foi desenvolvida por Shingo (1989a) que fala da sua origem na obra “Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system”.

Um poka-yoke é qualquer mecanismo que para além de impedir a ocorrência de um erro faz com que este erro seja detetado facilmente. Shingo (1989b) distingue dois tipos de poka-yoke, o de controlo e o de advertência. Poka-yoke de controlo que faz com que a máquina pare quando ocorre uma anomalia impedindo a produção de peças defeituosas e poka-yoke de advertência que indica, através de um sinal sonoro e/ou luminoso que algo não ocorreu como estava planeado.

2.2.4 Kaizen

Kaizen é uma metodologia gerada por Imai (1997), cuja palavra japonesa significa melhoria contínua. Segundo Imai (1991) o principal objetivo desta metodologia é a contínua eliminação dos desperdícios e todas as operações que não acrescentam valor ao produto, sob o ponto de vista do cliente.

Segundo Ortiz (2006) o kaizen é uma forma de recorrer à colaboração motivada dos operários para implementação contínua de melhorias sem recorrer a grandes investimentos financeiros. A implementação não é simples e rápida, no entanto, os resultados tem-se revelado grandes e duradouros. Liker (2004) afirma que as atitudes e maneiras de pensar dos operários, através da autocrítica e da busca da melhoria contínua são a essência do Kaizen.

A metodologia Kaizen é apoiada pelo ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA). Segundo Scyoc (2008) o ciclo PDCA é uma ferramenta idealizada por Shewhart e mais tarde divulgada e apoiada por Deming. Esta ferramenta é baseada na formulação de hipóteses e recolha de informação e depois é testada. Usualmente, apresenta-se o seu procedimentos sobre a forma de um ciclo (Rother, 2009). Na Figura 4 está representado o ciclo PDCA, onde se podem verificar as várias etapas do método.

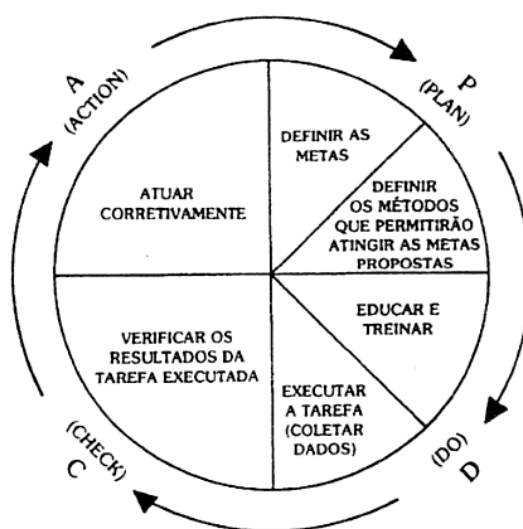


Figura 4: Ciclo PDCA (Meireles, 2001)

2.2.5 Técnica 5S's

Com o decorrer do tempo, os postos de trabalho vão-se desorganizando e armazenando materiais desnecessários que vão dificultar o bom funcionamento



destes. Surge então, a técnica 5S's para combater estes problemas. Segundo Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous (2006), os industriais japoneses costumam dizer que qualquer ação Just-In-Time deve começar com, pelo menos, dois anos de campanha dos 5S's.

A metodologia 5S's consiste na organização do trabalho, envolve o desenvolvimento de um ambiente visual limpo e bem organizado e onde os fluxos são claramente identificados, as informações e objetos estão disponíveis e procedimentos operacionais estão padronizados (Bertholey, Bourniquel, Rivery, Coudurier, & Follea, 2009). A finalidade do método é melhorar a qualidade dos artigos produzidos, a segurança, a eficácia e a taxa de avarias (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2006).

A técnica dos 5S's baseia-se em cinco passos, cada um destes passos é caracterizado por uma palavra japonesa começada pela letra S. Os passos são separar (Seiri), organizar (Seiton), limpar (Seiso), normalizar (Seiketsu) e manter (Shitsuke), (Shumin & Xiaoling, 2009). Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous (2006) definem o método em duas fases distintas: Elevação ao nível adequado (Seiri, Seiton, Seiso) e Manutenção do nível atingido (Seiketsu, Shitsuke). A seguir explicam-se os passos:

- Separar (Seiri): Neste primeiro passo, é feita a separação dos materiais, equipamentos e ferramentas que são necessários e os que não são necessários no posto de trabalho, eliminando os que não são necessários. O hábito de “acumular e guardar porque pode vir a ser necessário” não favorece o asseio e a eficácia da procura dos objetos. Deve-se determinar o que se deve manter no posto de trabalho, o que se pode guardar e o que se deve deitar fora (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2006).
- Organizar (Seiton): Significa organizar e consiste na arrumação do posto de trabalho, para assim diminuir o tempo de procura dos objetos. O objetivo é organizar o posto de trabalho de maneira a encontrar imediatamente os objetos/ferramentas necessários. Para isso, pode-se pintar o chão para poder ver facilmente a sujidade, delimitar áreas de trabalho, sombrear as posições

das ferramentas nas placas, colocar etiquetas de identificação em locais e objetos, entre outros.

- Limpar (Seison): Limpar é um passo paralelo aos dois primeiros passos. Num ambiente asseado é mais fácil e rápido detetar problemas ou anomalias. Num posto de trabalho, a limpeza é vista como forma de inspeção que serve para controlar o estado de funcionamento das máquinas. Deve-se definir o que deve ser limpo, os meios a utilizar e a frequência de limpeza.
- Normalizar (Seiketsu): É necessário definir normas e padrões conforme os parâmetros definidos. Esta etapa deve evitar voltar a velhos hábitos e por isso e por facilitar a aplicação e cumprimento das regras devem-se estabelecer as normas juntamente com os operários. É fundamental fazer respeitar a fase “elevação ao nível adequado”.
- Manter (Shitsuke): Este passo baseia-se em autodisciplina, exigindo e controlando o cumprimento das normas e padrões anteriormente definidos. É promovido o processo de melhoria contínua (kaizen), modificando-o e desenvolvendo-o quando for necessário (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2006).

Segundo a Creative Safety Supply (2010), organização empresarial, a segurança é muito importante em qualquer sistema de organização no local de trabalho e por isso acrescentam um 6º senso, o senso da segurança (6S). Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous (2006) defendem que para garantir a continuidade da aplicação do método é necessário ter em conta:

- O estabelecimento de regras de comportamento através da comunicação visual e da formação dos operários;
- A verificação se cada um participa e tem consciência da sua responsabilidade em relação as tarefas que lhe competem.

Para implementar a técnica 5S, em geral passa-se pelo seguinte processo:

- Motivar os quadros;
- Dar formação aos operários sobre os métodos;
- Fazer o ponto da situação das instalações;
- Definir uma zona piloto;
- Criar uma comissão de gestão;



- Formar o grupo de trabalho piloto;
- Criar um “painel dos 5S”;
- Arrancar com o trabalho de grupo;
- Implementar as cinco etapas;
- Generalizar as outras secções.

2.2.6 Gestão visual

A Comunidade Lean (2009) define gestão visual como um sistema de planeamento, controlo e melhoria contínua que integra ferramentas visuais simples, possibilitando assim compreender a situação atual e apoiar o trabalho através de uma rápida “olhada”. A linguagem utilizada neste tipo de ferramenta deve ser simples e acessível para que todas as pessoas a compreendam da mesma forma (Hall, 1987).

Para Shingo (1989b) existem vários tipos de gestão visual como, folhas de trabalho normalizado, quadros informativos da qualidade e outras medidas de desempenho, delimitação de espaços e sinalização luminosa.

2.2.7 Single Minute Exchange of Die

Ao conjunto de operações de preparação das máquinas é usualmente chamado Setup. O tempo de preparação ou tempo de setup das máquinas influencia diretamente a flexibilidade das empresas face ao mercado, o que faz do tempo de preparação das máquinas um fator de competitividade importante. Quando os tempos de setup das máquinas são elevados, há tendência de aumentar os tamanhos dos lotes produzidos para reduzir o número de vezes que é necessário fazer a mudança de ferramenta e, com isso, diminuir também o tempo perdido (Shingo, 1985).

Durante o setup, não é produzido valor, por isso é entendido como um desperdício, e como tal, deve ser eliminado, ou pelo menos diminuído. O tempo de preparação das máquinas é definido como sendo o tempo desde que é produzida a última peça de um lote até ser produzida a primeira peça do lote seguinte.

O Single Minute Exchange of Die (SMED) é o conjunto de técnicas que torna possível a redução do tempo de preparação das máquinas para menos de dez minutos. Se o setup for realizado rapidamente, as empresas podem fazer as

mudanças de ferramenta sempre que necessário. Com isto, as empresas podem produzir em lotes de menor quantidade o que faz (Figura 5):

- Aumentar a flexibilidade em relação ao mercado- as empresas podem atender as necessidades de mudança do cliente, sem acarretar despesas de stock;
- Aumentar a rapidez de entrega ao cliente- produção de lotes pequenos faz com que diminua o lead time e consequentemente, o tempo de espera do cliente;
- Melhorar a qualidade- armazenamento de menor quantidade de stock faz com diminuir os defeitos. O SMED também reduz defeitos de configuração das ferramentas;
- Aumentar a produtividade- trocas de ferramenta mais rápidas reduz o tempo de inatividade o que aumenta a taxa de produtividade do equipamento.

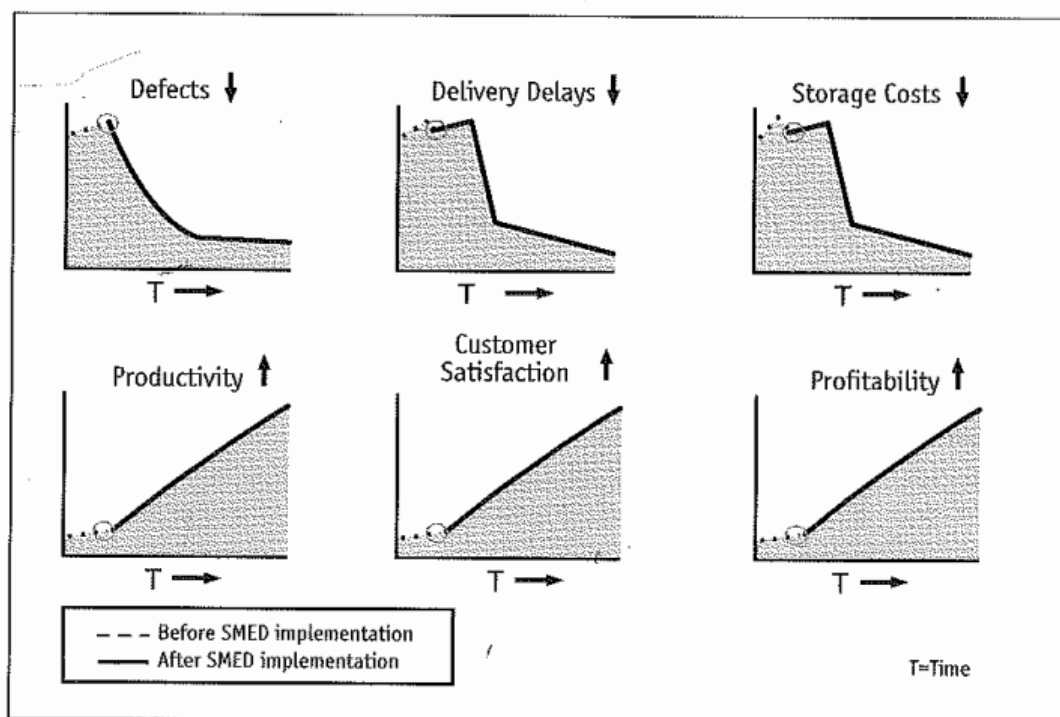


Figura 5: Benefícios da diminuição do tempo de mudança com a aplicação do SMED (adaptado de: The Productivity Development Team, 1996)

Existem dois tipos de operações de Setup:

- Setup interno- são operações que apenas podem ser realizadas com o equipamento parado;
- Setup externo- são operações que podem ser realizadas com o equipamento em funcionamento.



Segundo Shingo (1985), o método SMED baseia-se, essencialmente, em quatro estágios:

- Estágio preliminar: O Setup interno e externo não se distinguem- No estágio preliminar faz-se a recolha do tempo inicial das atividades realizadas no Setup.
- Estágio 1: Distinção de setup interno de setup externo- Organização das operações, classificando-as em Setup interno ou Setup externo. Shingo (1985) defendia que ao realizar o máximo de operações de Setup como Setup externo, o tempo de Setup interno pode ser reduzido de 30 a 50%.
- Estágio 2: Conversão do Setup interno em Setup externo- Reduzir ainda mais o tempo de Setup, para poder atingir a meta (tempo de Setup ser inferior a 10 minutos), envolve duas atividades importantes: 1-reexame das operações para verificar se alguma operação foi erradamente classificada como setup interno; 2- encontrar maneira de converter Setup interno em Setup externo.
- Estágio 3: Racionalização de todos os aspetos das operações de Setup- Para continuar a reduzir ainda mais o tempo de Setup é necessário analisar todos os detalhes básicos das operações. São aplicados princípios específicos para diminuir o Setup, principalmente o Setup interno.

Para cada estágio, Shingo (1985) estabelece algumas técnicas para redução do tempo de Setup. Estas técnicas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Técnicas para a redução do tempo de setup

Estágio 1: Distinção de setup interno de setup externo
<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de check list; • Verificação das condições de funcionamento; • Melhoria no transporte de matrizes.
Estágio 2: Conversão do Setup interno em Setup externo
<ul style="list-style-type: none"> • Preparação antecipada das condições operacionais; • Padronização de funções; • Utilização de guias intermediárias.
Estágio 3: Racionalização de todos os aspetos das operações de setup
<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria no armazenamento e no transporte de navalhas, matrizes, guias, batentes, etc; • Implementação de operações em paralelo; • Uso de fixadores funcionais; • Eliminação de ajustes; • Sistema de mínimo múltiplo comum; • Mecanização.

2.2.8 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O desempenho dos equipamentos influencia diretamente a produtividade dos processos numa empresa, por isso é de extrema importância medir a eficácia destes. Por vezes, os equipamentos não estão a produzir nas condições ideais ou até estão grande parte do tempo parados, isto provoca um impacto negativo na produtividade, aumentando os custos e comprometendo o cumprimento de datas de entrega ao cliente (Silva 2013). Na Figura 6 estão representadas as atividades realizadas durante o funcionamento de muitos equipamentos, cujo tempo para produzir é apenas uma pequena parcela.

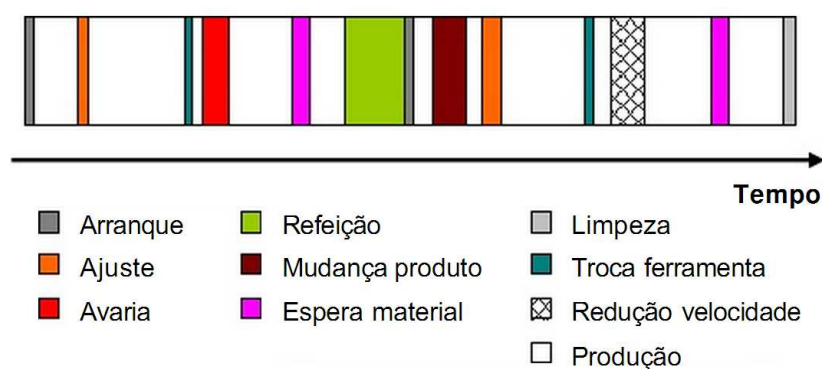


Figura 6: Funcionamento de muitos equipamentos (Silva, 2013)

O Overall Equipment Effectiveness (OEE) é reconhecido por vários autores como o melhor indicador para medir a eficácia de qualquer equipamento em funcionamento. Foi criado por Nakajima (1988) na Toyota Production System, não só para medir o desempenho dos equipamentos mas também como métrica da melhoria contínua dos equipamentos e processos produtivos. Segundo Silva (2013) é um indicador que mede o desempenho de uma forma tridimensional, uma vez que tem em consideração:

- O tempo útil que o equipamento tem para produzir- Disponibilidade;
- A eficiência do equipamento durante o funcionamento- Eficiência;
- A qualidade do produto obtida no processo- Qualidade.

O OEE é calculado através da multiplicação dos três fatores numéricos, como está representado na seguinte equação:

$$OEE = Disponibilidade \times Eficiência \times Qualidade$$

De acordo com The Productivity Development Team (1999) o objetivo do OEE é apenas a avaliação da eficácia dos equipamentos e nunca a avaliação dos operários,



ou seja, o OEE é utilizado para ver se a máquina está a trabalhar na velocidade e qualidade especificadas e para verificar as perdas do sistema produtivo na generalidade. Na Tabela 2 estão representados os valores de classe mundial de OEE, segundo a empresa americana Vorne.

Tabela 2: Valor de classe mundial de OEE

Fator de OEE	Valor de Classe Mundial
Disponibilidade	90%
Velocidade	95%
Qualidade	99%
OEE	85%



3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

No presente capítulo é feita a apresentação da empresa GE Power Controls Portugal, onde foi desenvolvido o projeto desta dissertação. Este capítulo está dividido em seis subcapítulos, onde é feita a apresentação da empresa, o historial, organização, produtos, mercado e clientes da empresa. É também apresentada a implantação da área produtiva e feita a descrição geral do sistema produtivo e do fluxo de materiais da GE Power Controls Portugal.

3.1 Identificação e localização da empresa

A General Electric Power Controls (GEPC) é uma empresa de componentes eletrónicos, localizada em Vila Nova de Gaia, na Rua Camilo Castelo Branco 805, freguesia de Santa Marinha (Figura 7).



Figura 7: Fachada da empresa

A GEPC dedica-se a produção de disjuntores, tomadas, interruptores e faz todo o processo desde o fabrico das matérias-primas, injeção de plástico e produção de metais, até a montagem final dos componentes.

Esta empresa conta com a colaboração de aproximadamente 200 trabalhadores, dos quais 20% são trabalhadores temporários. As instalações possuem uma área total de 5900 m², da qual: 2600 m² é fábrica de componentes, 1200 m² pertence a áreas de montagem, 1300 m² ao armazém e 400 m² dizem respeito aos escritórios.

3.2 Historial da empresa

A General Electric Company, mais conhecida por GE nasce em 1892, da fusão entre duas empresas americanas, Edison General Electric Company (fundada por Thomas Edison) e Thomson-Houston Company. A GE é uma empresa multinacional americana que aposta na inovação e se apresenta em várias áreas de negócio, estando presente em mais de 100 países. Abrange áreas como as finanças, saúde, transportes e tecnologia.

A empresa tem como principais valores a excelência, criatividade, imaginação e liderança. A GEPC é uma das muitas empresas GE e pertence ao ramo da GE Energy que se dedica a soluções industriais. As etapas principais da história da empresa estão na Tabela 3.

Tabela 3: Etapas principais da história da GEPCP

1912
• Nasceu a Empresa Electro Cerâmica
1954
• A empresa Electro Cerâmica foi adquirida pelo Grupo Vista Alegre
1987
• A empresa, com o objetivo de autonomizar as tarefas de negócio, procedeu a uma cisão, resultando três novas empresas: Ecoplás- Empresa de Plásticos Técnicos, S.A, Cerisol- Isoladores Cerâmicos, S.A, e E.C Material eléctrico, S.A
1988
• O grupo vendeu E.C Material Eléctrico e a Ecoplás, mantendo a Cerisol.
1989
• O grupo Eurolec, agora designado por Power Controls, adquire através da vynckier NV a EC Material Eléctrico, S.A.
1996
• A GE Power Controls passou a pertencer a 100% a GE Company e mudou o nome para GE Power Controls Portugal- Material Eléctrico S.A.
1998
• Foram inauguradas as novas instalações com escritórios, armazéns e áreas de produção de disjuntores.
2004
• Devido a uma reestruturação do negócio a GE Power Controls passou a chamar-se GE Consumer & Industrial.
2009
• Mudança de instalações de dois edifícios para um.
2010
• Transferência da GEPC Portugal da GE Consumer & Industrial para GE Energy.
2013
• Recebe-se a notícia que a GEPC Portugal devido a uma reestruturação, em 2014, vai fechar em Portugal para abrir na Hungria.

3.3 Organização da empresa

A empresa separa departamentos diretos de departamentos de suporte (Figura 8), considerando diretos aqueles que trabalham apenas na GEPC, enquanto os de suporte podem estar deslocalizados da GEPC, trabalhando, também, em outras empresas da GE.

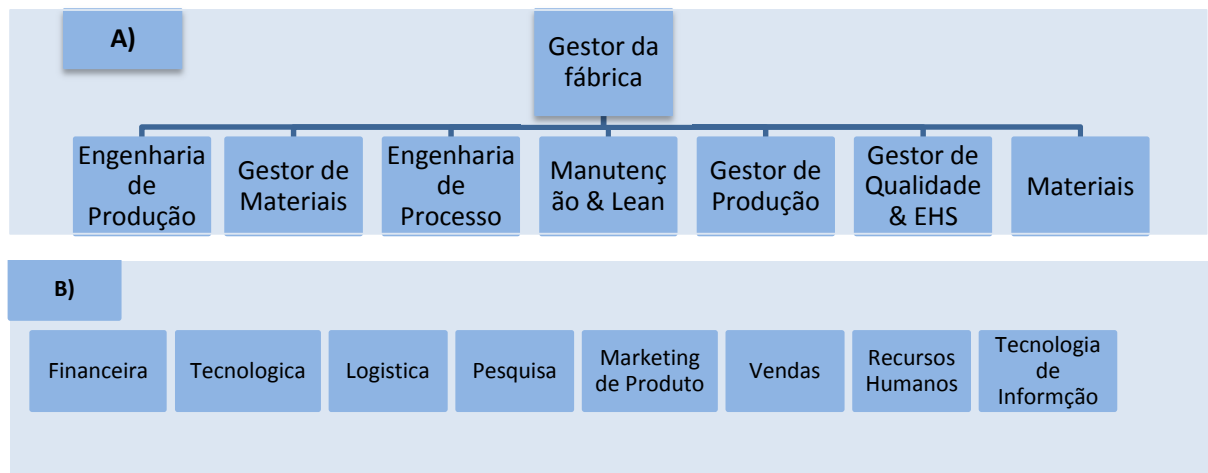


Figura 8: Organograma da GEPC. A) Departamentos diretos; B) Departamentos de suporte

Tal como se pode verificar na Figura 8, a empresa conta como departamentos diretos: Engenharia de Produção, Gestor de Materiais, Engenharia de Processo, Manutenção & Lean, Gestor de Produção, Gestor de Qualidade & EHS e Materiais. Como departamentos de suporte tem os seguintes: Financeira, Tecnológica, Logística, Pesquisa, Marketing de Produto, Vendas, Recursos Humanos e Tecnologia de Informação. Cada departamento tem uma equipa com objetivos bem definidos.

3.4 Produtos, mercado e clientes

A GEPC Portugal dedica-se principalmente à produção de Earth Linkage Circuit Breaker (ELCB), que são disjuntores (Figura 10), Wiring Devices (WD) e Wiring Accessories (WA), ou seja, tomadas, interruptores, quadros e campainhas.



Figura 9: Disjuntores

Um disjuntor ou ELCB (Figura 9) é um dispositivo capaz de atuar na proteção contra correntes de curto-circuito ou em caso de sobrecarga. Quando há uma carga superior à que o ELCB suporta, este interrompe o fluxo de energia instantaneamente, evitando, assim, prejuízos aos equipamentos a eles ligados. Existem diferentes tipos de ELCB, podendo variar no número de polos, no tipo e calibre, como se pode observar na Figura 10.

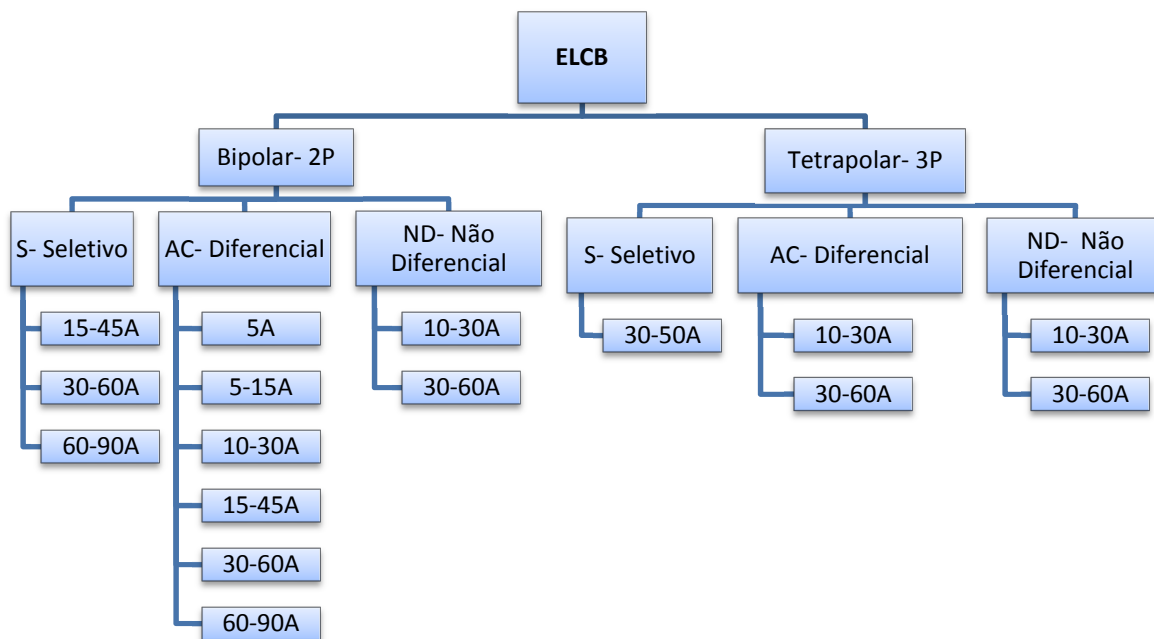


Figura 10: Tipos de ELCB

As tomadas, interruptores, quadros e campainhas são dispositivos de interface humana, que permitem o corte da corrente elétrica de um circuito, de forma fácil e rápida (Figura 11).



Figura 11: Tomadas e interruptores, uso doméstico (à esquerda) e uso industrial (à direita)

A empresa é o maior fornecedor de produtos de baixa tensão na Europa e opera em três mercados diferentes:

- Aplicações Residenciais;
- Aplicações Industriais;
- Aplicações Comerciais.

A GEPC Portugal opera também em mercados verticais, como telecomunicações, transporte, dos resíduos à energia, geração de energia, distribuição e utilitários, petróleo e gás, tratamento de águas, edifícios comerciais e saúde. Os principais clientes da GEPC Portugal são (Figura 12):

- EDF- Electricité de France (França);
- EDP- Eletricidade de Portugal (Portugal);
- Hager- Sistemas Eléctricos Modulares (Alemanha);
- Norte de África.



Figura 12: Logotipo dos clientes da GEPC

Em relação as vendas, a GEPC Portugal teve ganhos de 23,1 mil milhões de dólares americanos no ano de 2012, recuperando do ano de 2011, com 21,1 mil milhões. Como se pode ver na Figura 13 a GEPC exporta, aproximadamente, 80% da produção, sendo o principal cliente a EDF (Electricité de France) seguido da EDP (Eletricidade de Portugal).

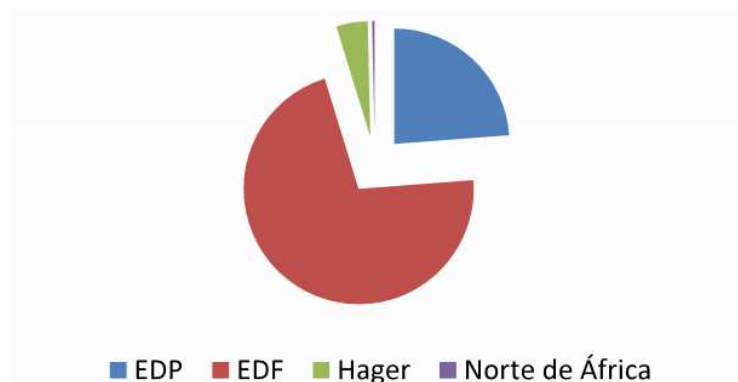


Figura 13: Vendas em função do cliente

3.5 Descrição geral do sistema produtivo

Nesta secção apresenta-se a implantação da área produtiva assim como uma descrição sucinta dos diferentes sectores do sistema de produção da empresa.

3.5.1 Implantação da área produtiva

O edifício da GEPCP conta com 5900m², onde 2050 m² correspondem à área produtiva, sendo 2600m² referentes as áreas de fabrico (metais, plásticos e soldadura) e 1200m² referentes as áreas de montagem (ELCB e WA/WD). Os armazéns possuem uma área de 1300m² e os restantes 400m² pertencem aos escritórios da empresa. A área da GEPC divide-se em dois pisos e um armazém externo, armazém de produto final. O primeiro piso encontra-se na Figura 14.

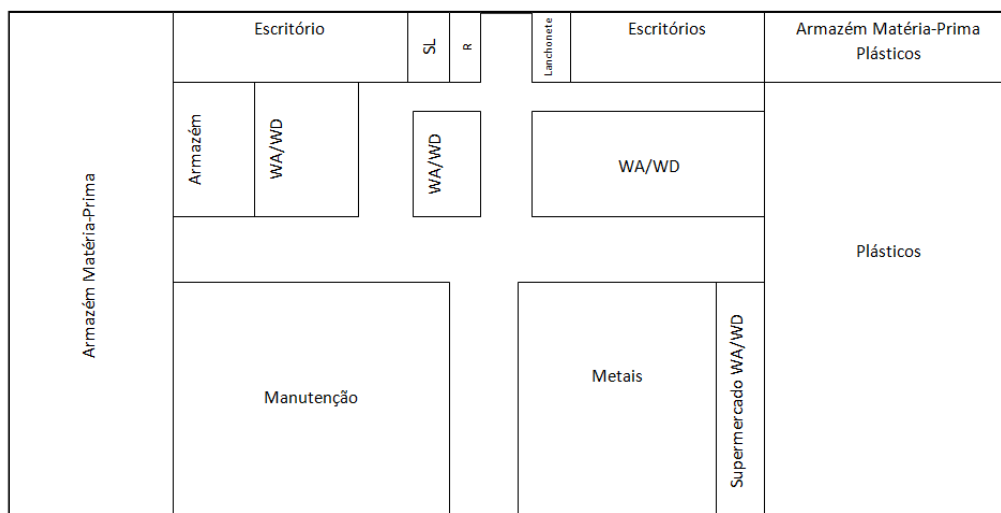


Figura 14: Primeiro piso da GEPCP

O primeiro piso agrega as duas áreas de produção, área dos metais e área dos plásticos, a área de montagem de WD/WA, a manutenção e o armazém de matéria-prima. Encontram-se, ainda, neste piso escritórios, sala de reuniões, receção, lanchonete, supermercado do WAWD e um armazém de matéria-prima dos plásticos.

No segundo piso, encontra-se a área de soldadura, a área de montagem de ELCB, a área de testes, embalagem e laboratório. Ao longo dos corredores existem zonas de armazenamento de material à espera para entrar noutras áreas. Tal como no primeiro piso existem escritórios e uma lanchonete. O segundo piso da GEPCP



encontra-se na Figura 15, onde se pode ver o posicionamento de cada área em relação as restantes.

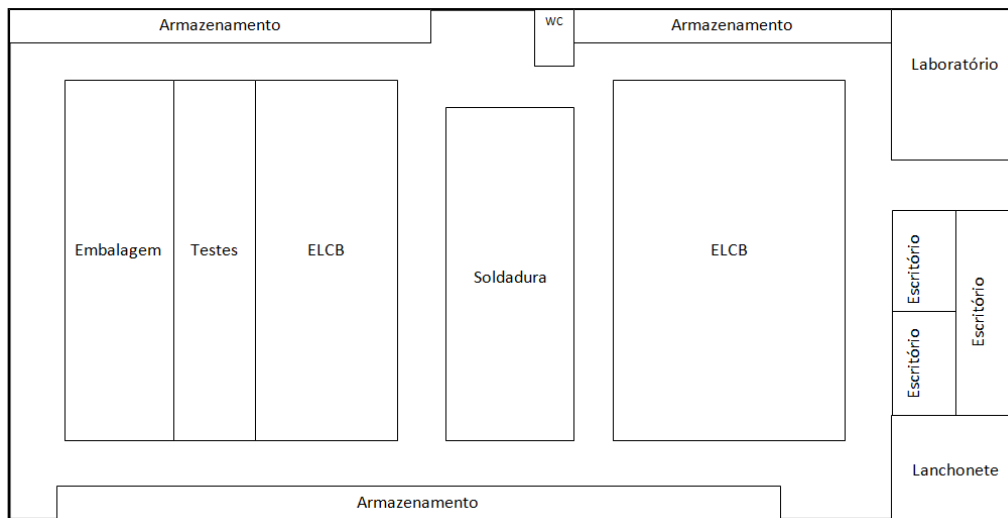


Figura 15: Segundo piso da GEPCP

3.5.2 Apresentação dos setores da empresa

A empresa GEPC Portugal é composta fundamentalmente por 5 setores ou áreas distintas como se viu nas figuras da implantação, 3 áreas de produção: metais, plásticos e soldadura, e 2 áreas de montagem: ELCB e WD/WA. De seguida é feita uma pequena apresentação das diversas áreas da empresa.

3.5.2.1. Metais

No setor dos metais são produzidas peças metálicas que, posteriormente, são montadas nos produtos finais produzidos nas áreas de montagem, ELCB e WD/WA (Figura 16).



Figura 16: Área dos Metais

3.5.2.2. Plásticos

Na área dos plásticos (Figura 17), as peças são produzidas com o mesmo propósito que na área dos metais, ou seja, para serem consumidas nos produtos finais montados posteriormente. São peças produzidas por MTS e MTO e conta com máquinas de injeção e de compressão automática e manual e equipamentos para operações de acabamento.



Figura 17: Área dos Plásticos

3.5.2.3. Soldadura

Neste sector – soldadura - produzem-se subconjuntos de soldadura (Figura 18). Eles podem ser térmicos, neutros ou magnéticos e, mais tarde, são montados na área de ELCB. A produção realiza-se por lotes.



Figura 18: Área de Soldadura



3.5.2.4. Montagem de WA/WD

A área de WA/WD (Figura 19) é uma área de montagem de interruptores, acessórios elétricos, campainhas, entre outros. Esta área monta produtos finais destinados à indústria e lar em vários postos de trabalho.



Figura 19: Área de montagem de WA/WD

3.5.2.5. Montagem ELCB

Na área de montagem ELCB (Figura 20) é feita a montagem de disjuntores ELCB. Nesta montagem são utilizadas peças produzidas nas áreas de metais, plásticos, subconjuntos da soldadura e outros componentes comprados. É constituída por 8 células de montagem, 6 células bipolares, cada uma com 3 operárias e 2 células tetrapolares com 4 operárias cada célula.



Figura 20: Área de montagem de ELCB

3.5.2.6. Áreas não produtivas

Esta secção apresenta as áreas que embora não sejam consideradas áreas produtivas são necessárias para dar suporte às áreas anteriormente descritas. Tais áreas são a Lean Moonshine shop, os armazéns, pintura, manutenção, supermercado, laboratório e embalagem descritas a seguir.

A área Lean Moonshine Shop é uma área localizada no exterior da fábrica mas de extrema importância. É nesta sala que se encontra o equipamento e material necessário para aplicar as ideias de melhoria contínua.

O armazém de matéria-prima é o local onde são armazenadas todas as matérias-primas, depois de rececionadas e inspecionadas pelo departamento da qualidade. A área de Scrap é uma pequena área, localizada no armazém de matéria-prima que tem como função reutilizar, se possível, o material rejeitado pelo departamento da qualidade.

A área de pintura realiza pequenos trabalhos de pintura em peças que saem da área de produção de plásticos. Na área de manutenção é feita a manutenção e reparação de todas as máquinas e ferramentas das áreas dos metais e plásticos. O laboratório é um local onde se realizam todos os testes aos produtos finais.

O supermercado WA/WD é o local onde são armazenadas as peças de plástico que, posteriormente, vão ser consumidas na área WA/WD.

Tem-se ainda a área de embalagem onde o ELCB é devidamente embalado e etiquetado e, por fim, o armazém de produto final onde se armazenam todos os produtos finais da GEPCP, prontos para ser entregues ao cliente.

3.6 Descrição do fluxo geral de informação

A empresa tem um sistema de informação SAP que faz a gestão de stocks depois de recebidas as encomendas através do departamento de vendas. Após a receção da encomenda o sistema SAP analisa se a encomenda é do tipo MTS ou MTO. Se a encomenda é MTS o sistema avalia a situação atual de stock e caso não exista stock suficiente para satisfazer a encomenda é enviada uma ordem de produção. Caso a encomenda seja MTO é feita a explosão de materiais e enviada de imediato uma ordem de produção e de compras. O responsável de produção da área recebe a ordem de produção e este transmite aos operários da área.

Sempre que é rececionada matéria-prima e componentes no armazém, estes são sujeitos a um controlo de qualidade, da responsabilidade do departamento de qualidade e encaminhados para as respetivas áreas. Em cada área também é feito o controlo de qualidade embora este seja realizado pelos operários da área, excluindo o último teste ao lote que é elaborado pelo departamento de qualidade. O fluxo geral de informação da GE encontra-se na Figura 21.

Após a produção do lote existem peças que são diretamente armazenadas e outras que vão sofrer operações externas, em empresas subcontratadas. As peças que são armazenadas de seguida procedem para as áreas de montagem WAWD e ELCB e as restantes após chegarem da empresa subcontratada passam pelo controlo de qualidade e logo que necessárias procedem igualmente para as áreas de montagem.

Nas áreas de montagem todo o processo é seguido pelo departamento de qualidade, são feitos testes aos produtos finais e são embalados. De seguida aguardam expedição no armazém de produto final.

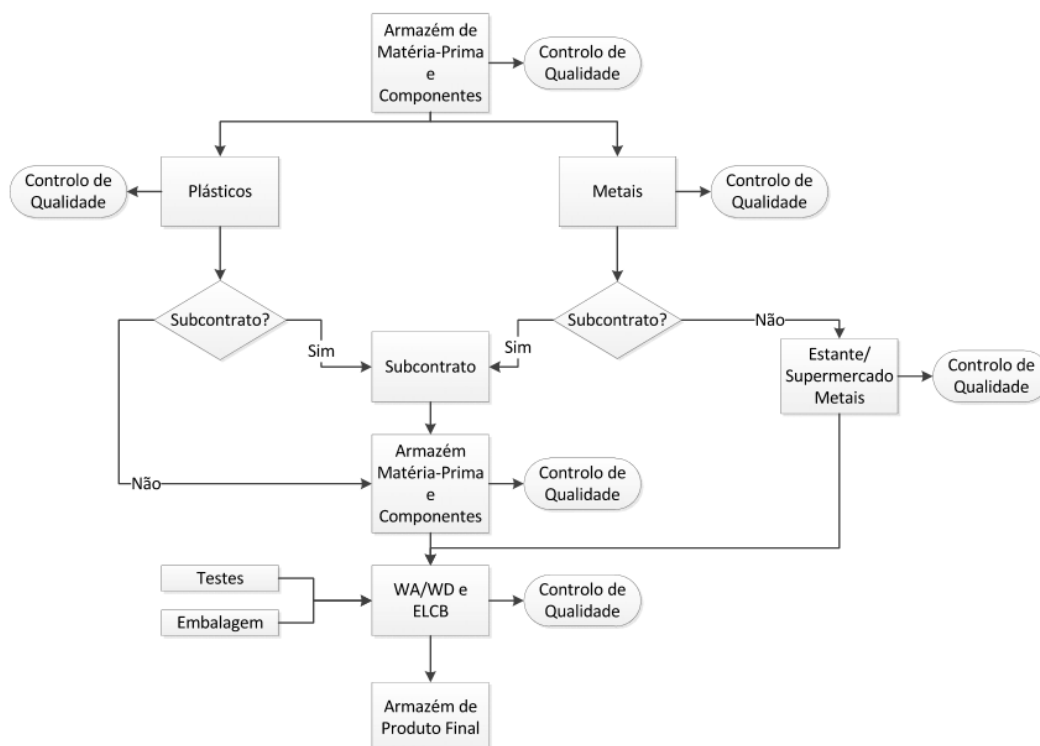


Figura 21: Fluxo de informação da GEPCP



4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL NA PRODUÇÃO DE PEÇAS METÁLICAS

O projeto desenvolvido no âmbito desta dissertação foi realizado na área dos metais da empresa. A primeira fase do projeto consistiu basicamente em observar diariamente tudo que acontecia na área. Seguidamente, com a ajuda de algumas ferramentas e documentos cedidos pela empresa foi possível analisar a situação atual da área. Neste capítulo é feita a descrição e análise da situação atual da área dos metais. O resultado desta análise é apresentado na última secção deste capítulo com uma síntese dos problemas identificados na área de estudo.

4.1 Caracterização da área dos metais

A área dos metais é uma área da empresa que se dedica à produção de peças metálicas que são utilizadas nas áreas de montagem de ELCB e WA/WD. Esta área trabalha 5 dias por semana, em turnos de 8 horas diárias e conta com a colaboração de 2 operários e um chefe de equipa que é o responsável de produção.

4.1.1 Tipos e destino das peças produzidas

A Figura 22 apresenta diversas peças produzidas na área dos metais. Para a produção da grande maioria destas peças metálicas apenas é necessária fita metálica mas pode ser usada juntamente com a fita metálica, fio de prata e molas, sendo estas peças de um preço mais elevado.



Figura 22: Peças produzidas na área dos metais

Algumas peças, chamadas de peças bimetais, necessitam ir ao forno durante 8 horas após a sua produção. Estas peças são utilizadas em conjunto com outro tipo de peças, chamadas de *shunt*, na montagem do ELCB.

As peças produzidas na área dos metais podem ter dois destinos diferentes: irem diretamente para stock (MTS), ou serem produzidas para encomendas específicas (MTO). As peças produzidas para stock, após serem produzidas aguardam inspeção da qualidade e de seguida são guardadas na estante. A partir da estante podem ter vários destinos, podem ir diretamente para as áreas de montagem, que dependendo da peça, pode ser ELCB ou WD/WA, ou podem seguir para o subcontrato, onde vão sofrer operações como a niquelagem ou zincagem, que não são feitas dentro da GEPCP.

4.1.2 Layout da área dos metais

A área conta com um espaço de 180m² e as máquinas e restantes acessórios dispõem-se como mostra o layout presente na Figura 23.

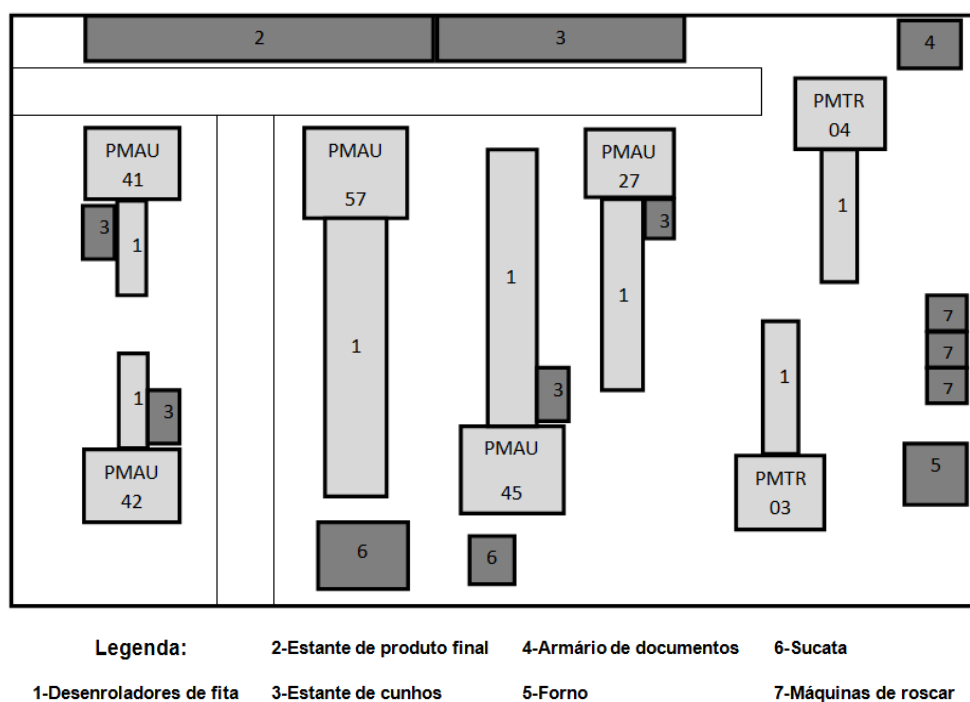


Figura 23: Layout da área dos metais

Na área existem 5 prensas mecânicas automáticas típicas (PMAU), 2 prensas mecânicas automáticas transversais (PMTR) e 3 máquinas de rosca. Os desenroladores das prensas encontram-se localizados lateralmente em relação as respetivas máquinas. Há uma estante de armazenamento de peças e várias

estantes de armazenamento de cunhos, uma de armazenamento de cunhos das Bihler's e 4 de armazenamento de cunhos da PMAU's. Uma vez que o espaço é limitado, é fundamental manter a área limpa e organizada e apenas com o material que é necessário dentro da área.

4.1.3 Processo produtivo e fluxo de materiais

Para a produção de peças metálicas são usadas prensas mecânicas. Existem dois tipos de prensas mecânicas na área: prensas mecânicas automáticas típicas (PMAU) (Figura 24) e prensas mecânicas automáticas transversais (PMTR), usualmente designadas por Bihler.



Figura 24: Prensa Mecânica Típica Automática (PMAU)

As PMAU são fabricadas em Portugal e controladas através de um sistema mecânico. Estas máquinas têm diferentes modos de operação: preparação, manual e automático. Por forma a reduzir o ruído emitido pela máquina que ultrapassa o limite legal, as prensas tem uma cobertura insonorizada.

As prensas transversais, PMTR (Figura 25) são controladas não só por um sistema mecânico mas também por sistema elétrico, dependendo da operação. Estas têm várias funções ao longo do ciclo: cortar, arredondar, cravar e furar o material.



Figura 25: Prensa mecânica automática transversal (Bihler)

Embora não sejam muito usadas existem ainda 3 máquinas de roscar (Figura 26), que são usadas especificamente para roscar peças. Estas peças são designadas de porcas e são usadas na área de montagem de WAWD.



Figura 26: Máquina de roscar

Para a produção de peças metálicas é necessário fazer um pedido de matéria-prima ao armazém, este pedido era feito pessoalmente e cada vez que esta fizesse falta. A matéria-prima da área dos metais é fita metálica e é comprada em rolos que podem ir de 20 até 70kg (Figura 27).



Figura 27: Rolos de fita metálica em paletes no chão da área

O número de peças produzidas com um rolo de fita é variável, dependendo da peça produzida e do peso do rolo. É, também, usado fio de prata e molas na produção das peças metálicas produzidas nas Bihler.

Apresentadas as máquinas intervenientes no processo produtivo, apresenta-se na Figura 28 o diagrama de análise de processo de uma peça de metal com um total de 7 operações, 4 transportes, 2 controlos e 2 esperas.

Após a receção da ordem de produção, os operários dirigiam-se ao armazém de matéria-prima, faziam o pedido e depois ficavam a aguardar a receção da matéria-prima na área dos metais. Após a receção da matéria-prima, se disponível algum operário, era colocada a fita do desenrolador e ligada a prensa em questão. O pedido de fita ao armazém podia ser para continuar a produção de uma peça ou para iniciar produção de uma nova peça, após a mudança de ferramenta. No caso de se tratar de uma mudança de ferramenta, a fita podia ser logo colocada ou ser feita a mudança de ferramenta primeiro, para de seguida ligar a prensa e começar a produção.

Para auxílio na mudança de ferramenta, rolo de fita e controlo de qualidade existe um espaço específico na parte dianteira da PMAU para colocação das instruções de trabalho e de controlo da peça que estiver a ser produzida. Exemplos dessa documentação podem encontrar-se no Anexo I - Instrução de Trabalho.

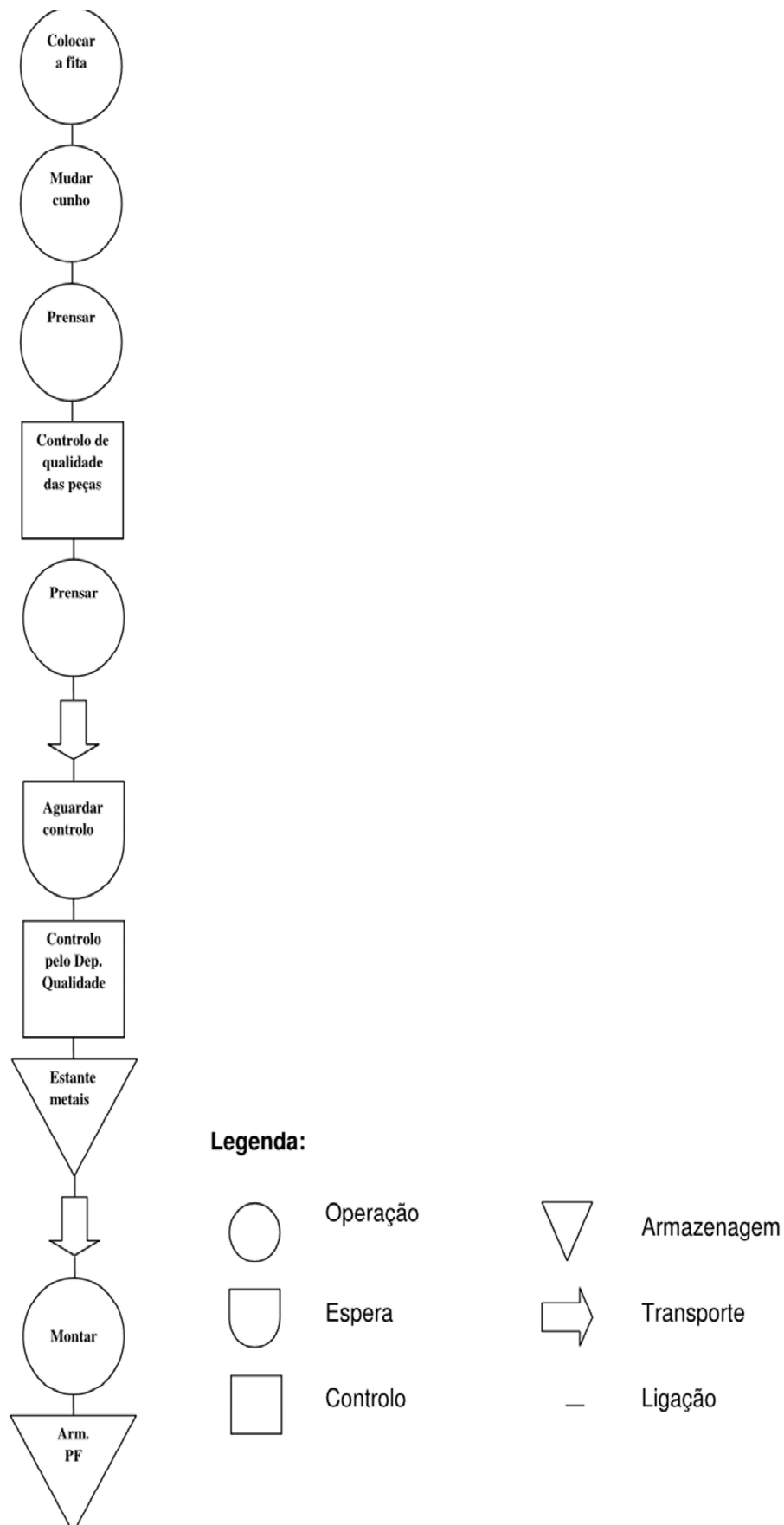


Figura 28: Diagrama de análise de processo dos metais

Ligada a prensa, o operário ficava disponível para operar noutra máquina, desenrolador, despejar sucatas, retirar contentores de peças ou arrumar contentores na estante. Sempre que se inicia a produção, seja por mudança de ferramenta, por introdução de fita ou até mesmo por ter encravado, é feito um controlo de qualidade das primeiras peças, pelos operários da área.

Depois de produzidas as peças necessárias, (normalmente, o lote) é feito o controlo pelo departamento da qualidade. Após efetuado o controlo, se as peças estiverem conformes, são armazenadas na estante da área que funciona como um supermercado que abastece diretamente o WAWD e ELB (Figura 29). Se as peças estiverem prontas para a operação da montagem ficam armazenadas até serem necessárias na área de montagem, se forem peças que necessitam de sofrer operações como a niquelagem ou zincagem ficam armazenadas até seguirem para o subcontrato.



Figura 29: Estante de componentes (supermercado)

Estas após chegarem do subcontrato são armazenadas no armazém de matéria-prima e componentes para depois seguirem para as áreas de montagem, quando necessário. Ao final do dia é feita a pesagem de todas as peças produzidas ao longo do dia, e as peças chamadas de bimetais, que são todas as peças produzidas na PMAU 41 e que são colocadas no forno da área (Figura 30).



Figura 30: Forno

Estas peças apenas são retirados do forno no dia seguinte, uma vez que é necessário manterem-se no forno durante 8h e este desliga automaticamente. É também, ao final do dia, depois de feita a contagem que é dada a entrada das peças produzidos no sistema SAP. A entrada das peças produzidas é dada pelo responsável de produção da área.

4.2 Análise crítica da situação atual e identificação de problemas

De seguida é feita uma análise crítica à área dos metais na situação atual. Para focar esta análise nas peças e máquinas mais importantes da área de estudo foi realizada a análise produto-quantidade (P-Q) e produto-valor. Outras análises foram realizadas para identificar os problemas como a análise do tempo de setup, das operações, de movimentações, de stock e do OEE.

4.2.1 Análise Produto-Quantidade

Foi feita uma análise ABC do produto-quantidade geral dos metais com o objetivo de detetar quais as peças produzidas na área que representavam maior importância em relação a quantidade produzida. Para a análise recorreu-se ao consumo anual de 2012 e foram consideradas todas as peças da área, peças produzidas nas PMAU, nas Bihler e peças que apenas são roscadas.

Como se pode verificar na Tabela 4, são apenas 19 peças que correspondem a 80% do consumo anual, ou seja, encontram-se na classe A da análise ABC. A análise ABC do produto-quantidade completa pode observar-se no Anexo II - Análise ABC do Produto-Quantidade.



Tabela 4: Análise Produto-Quantidade

Componente	Consumo Anual	% Quant.	% Quant. Ac.	Classe
40139922	2425048	27,07%	27,07%	A
40163061	429945	4,80%	31,87%	
40139980	423702	4,73%	36,61%	
40139909	423702	4,73%	41,34%	
40177346	391227	4,37%	45,70%	
40139981	342918	3,83%	49,53%	
40139908	342918	3,83%	53,36%	
40177347	320270	3,58%	56,94%	
40139918	301946	3,37%	60,31%	
40140037	212951	2,38%	62,69%	
40139972	211590	2,36%	65,05%	
40139919	178580	1,99%	67,04%	
40155340	176074	1,97%	69,01%	
40177344	176074	1,97%	70,97%	
40139953	171459	1,91%	72,89%	
40154918	166755	1,86%	74,75%	
40139936	166755	1,86%	76,61%	
40177343	161935	1,81%	78,42%	
40139978	154904	1,73%	80,15%	

Na Figura 31 está representado o histograma da análise acima referida.

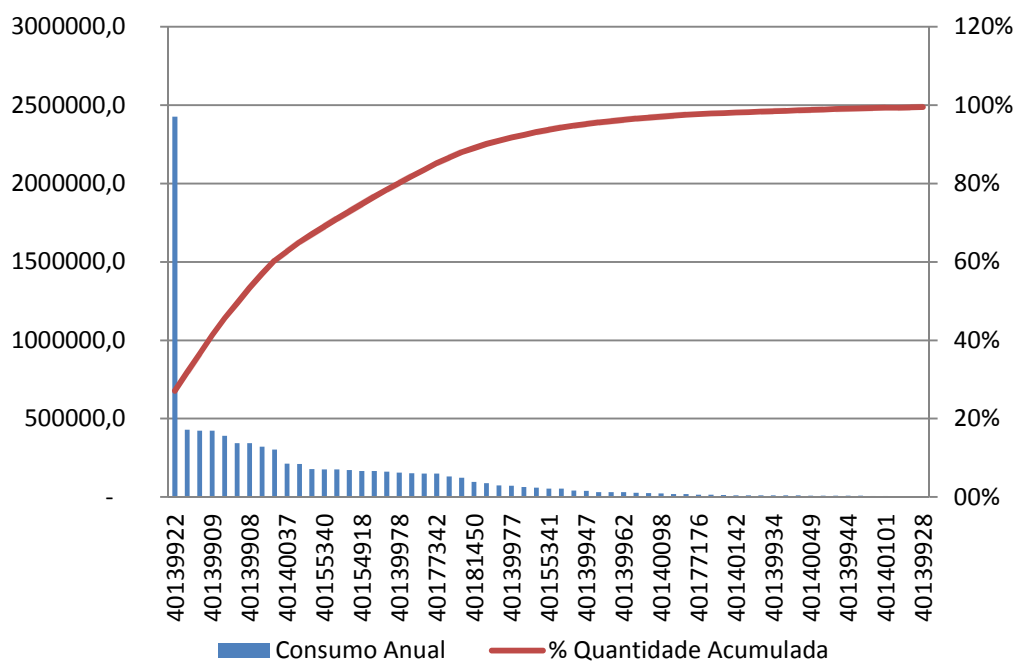


Figura 31: Representação gráfica da Análise Produto-Quantidade

Tendo em consideração a classe A (80% da quantidade) e a coluna das máquinas na Tabela 24 do Anexo II - Análise ABC do Produto-Quantidade, 75,35% da quantidade de peças dessa classe são produzidas nas prensas típicas, 15,84% nas Bihler e as restantes 8,85% correspondem as peças roscados na área (Figura 32).

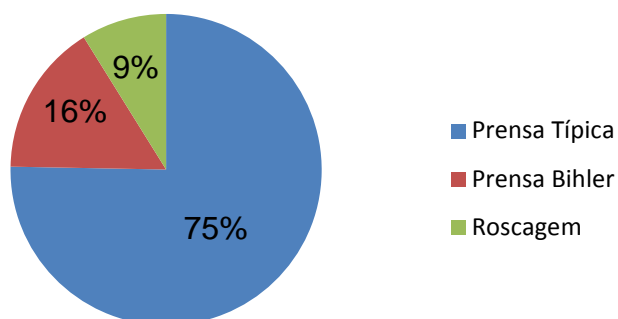


Figura 32: Produção de peças por máquina

4.2.2 Análise Produto-Valor

Quanto ao valor das peças metálicas, este oscila muito dependendo do tipo de matéria-prima usada. Na Figura 33 representa-se o gráfico da análise produto-valor das peças da área dos metais.

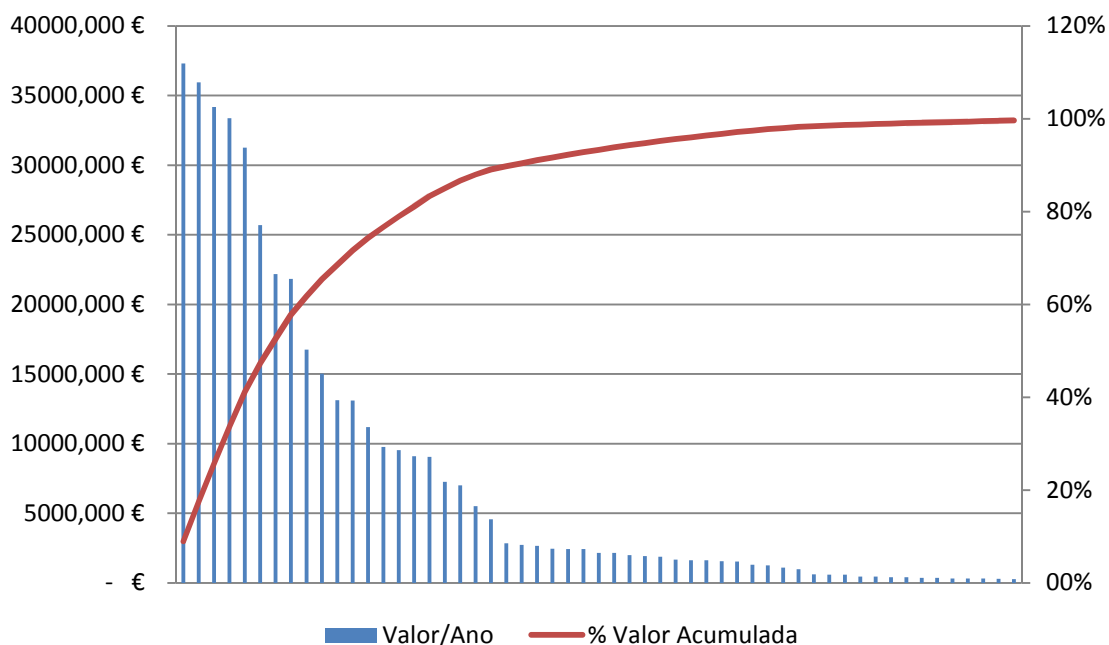


Figura 33: Representação gráfica da Análise Produto-Valor

Na Tabela 5 estão representadas as peças metálicas pertencentes à classe A, da análise ABC em relação ao produto-valor e como se pode observar, 76,5% do valor das peças da classe A são produzidas nas prensas típicas.

Tabela 5: Análise Produto-Valor

Peça	Consumo Anual	Valor Unitário (€)	Valor/Ano (€)	% Valor	% Valor Ac.	Classe
40159595	151993	0,2454	37299,08	8,92%	8,92%	A
40154918	166755	0,2155	35935,70	8,59%	17,51%	
40154917	148950	0,2295	34184,03	8,17%	25,68%	
40177346	391227	0,0853	33371,66	7,98%	33,66%	
40155340	176074	0,1775	31253,14	7,47%	41,13%	
40139936	166755	0,1541	25696,95	6,14%	47,27%	
40177347	320270	0,0692	22162,68	5,30%	52,57%	
40177344	176074	0,1240	21833,18	5,22%	57,79%	
40181451	74376	0,2253	16756,91	4,01%	61,79%	
40139922	2425048	0,0062	15035,30	3,59%	65,39%	
40155341	53218	0,2463	13107,59	3,13%	68,52%	
40181450	96444	0,1357	13087,45	3,13%	71,65%	
40177343	161935	0,0691	11189,71	2,67%	74,32%	
40139978	154904	0,06	9758,95	2,3%	76,7%	
40139980	423702	0,02	9533,30	2,3%	78,9%	
40177342	148950	0,0610	9085,95	2,17%	81,11%	

Em relação a esta análise são classificados como classe A 16 peças (81,11%) e destas apenas duas peças (4,6% do valor) não são produzidos nas prensas típicas. No total apenas cerca de 10,8% do valor anual total das vendas pertence a peças produzidas nas Bihler, 1,7% do valor das peças que apenas sofrem a operação de roscagem dentro da empresa e os restantes 87,5% do valor dizem respeito a peças produzidas nas prensas típicas (Anexo III - Análise ABC do Produto-Valor).

As peças processadas nas prensas representativas de 80% do valor anual são distribuídas pelas 7 prensas existentes (incluindo as Bihlers) conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6: Afetação Peça-Máquina

Máquina	PMAU 27	PMAU 41	PMAU 42	PMAU 45	PMAU 57	PMTR 03	PMTR 04
Peças	40139922	40177346	40159595	40181451		40139980	40139978
		40139936	40154918	40181450			
		40177347	40154917				
		40177344	40155340				
		40177343	40155341				
		40177342					
	3,6%	29,5%	36,3%	7,1%	0,0%	2,3%	2,3%

Através desta afetação pode verificar-se que a máquina onde é produzido maior número de peças pertencentes a classe A é a PMAU 41. Observando a Tabela 6 pode-se ainda, verificar que as máquinas que produzem peças de maior representatividade da área dos metais são a PMAU 41 e PMAU 42.

4.2.3 Estudo dos tempos de setup das PMAU's

A inexistência de um tempo normalizado para a realização das várias operações durante a mudança de uma ferramenta conduziu a um estudo de tempos de setup das PMAU's. Para estudar e recolher os tempos de setup das prensas usaram-se as filmagens e a técnica de cronometragem (Anexo IV - Tempos de Setup observados, na situação atual). O resultado desse estudo apresenta-se na Figura 34.

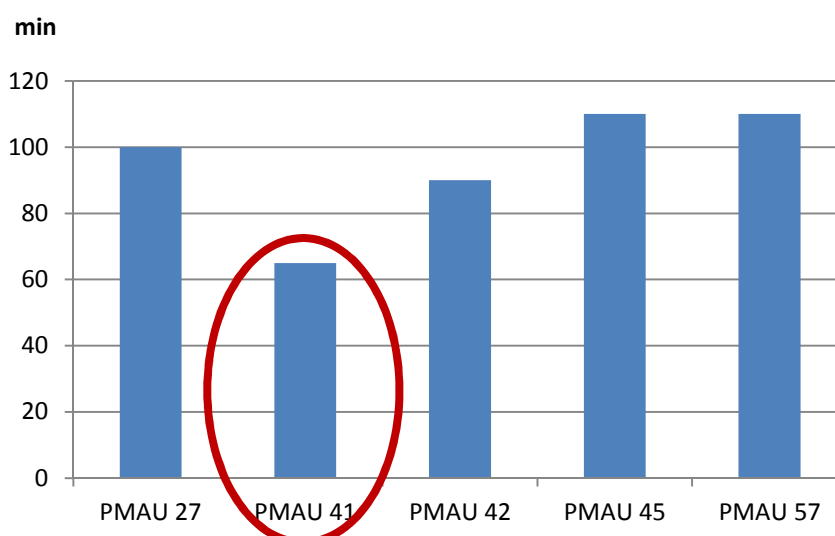


Figura 34: Tempo Médio de Setup nas PMAU's



Facilmente se verifica que a PMAU 41 é a prensa que apresenta menor tempo de setup, 65 minutos, i.e., mais de uma hora. Esta prensa era a que se encontrava mais melhorada, nela já tinham sido implementadas algumas melhorias significativas em anteriores projetos. Se fosse implementado nas restantes prensas o que foi implementado, anteriormente, na PMAU 41, essas prensas ficariam, também com menor tempo de setup.

Por isso, em conjunto com a empresa e procurando a melhoria contínua tomou-se a decisão de estudar novamente o tempo de setup da PMAU 41 com o objetivo de reduzir ainda mais esse tempo, e posteriormente aplicar o mesmo tipo de melhorias nas restantes prensas. Ou seja, a ideia foi aplicar nas outras prensas o que já tinha sido implementado na PMAU 41 e propor melhorias. O objetivo foi reduzir o tempo de setup da PMAU 41 em 50%, e seguidamente reduzir então o tempo de setup das restantes prensas.

4.2.4 Funcionamento e custos da PMAU 41

Nesta secção analisam-se as atividades e movimentações durante a mudança de ferramenta da PMAU 41. Também se analisaram os custos de uma mudança de ferramenta nesta prensa.

4.2.4.1. Atividades e operações na mudança de ferramenta

Para estudar as operações envolvidas de mudança de ferramenta na prensa PMAU 41, foram analisadas várias mudanças de ferramenta, tendo sido construída uma folha de registo de operações apresentada no Anexo V - Registo das operações da mudança de Ferramenta na PMAU 41, na situação atual. Analisando as operações durante a mudança de ferramenta, verificou-se que todas as operações eram feitas com a prensa parada e foram assim classificadas como internas (Tabela 7).

Tabela 7: Operações na mudança de ferramenta

Nº Operações Internas	Nº Operações Externas	Tempo total de Setup
34	0	65mim

O tempo de mudança de um cunho na PMAU 41 rondava os 65 minutos portanto mais de uma hora onde se faziam muitas atividades que nem sequer faziam parte

das operações de mudança, por exemplo, substituir documentação ou pedir fita porque são totalmente independentes das operações necessárias para colocar a máquina a funcionar. Enquanto faziam essas atividades a máquina estava parada à espera de ser mudada.

Verificou-se assim que existia falta de sensibilidade dos operários na prioridade que deviam dar trabalho e na sequência de operações. A falta de polivalência dos operários, também, influenciava o tempo de setup, uma vez que nem todos estavam preparados para fazer todas as atividades sozinhos. Consequentemente é provocado um tempo de espera por parte dos operários não polivalentes. As operações apresentadas na Tabela 27 do Anexo V - Registo das operações da mudança de Ferramenta na PMAU 41, na situação atual, não estão otimizadas o que leva a desperdiçar muito do tempo usado na mudança de ferramenta. A falta de identificação de ferramentas e material, a diferença de dimensões destes e a utilização de ferramentas pouco apropriadas são algumas das atividades que se destacam para serem otimizadas.

4.2.4.2. Movimentações durante a mudança da ferramenta

Uma vez mais, através de cronometragem e filmagens foi feita uma análise a todas as movimentações dos operários durante a mudança de ferramenta. Durante uma mudança de ferramenta aconteciam sempre várias deslocações e manuseamento de material.

No decorrer de uma mudança podia haver deslocações de, aproximadamente, 232 metros pelos operários, pelo que está bem nítido o desperdício das movimentações. Na Tabela 8 pode ver-se a matriz de distâncias durante uma mudança de ferramenta na PMAU 41.

Tabela 8: Matriz de distâncias durante a mudança de ferramenta

	Estante de Cunhos	Armário de Documentos	Sucata	Carro de Transporte	Chaves, etc...	Armazém Matéria-Prima
PMAU 41	1m	20m	10m	15m	20m	50m

As deslocações mais comuns, representadas na matriz de distâncias, estão apresentadas no spaghetti chart da Figura 35.

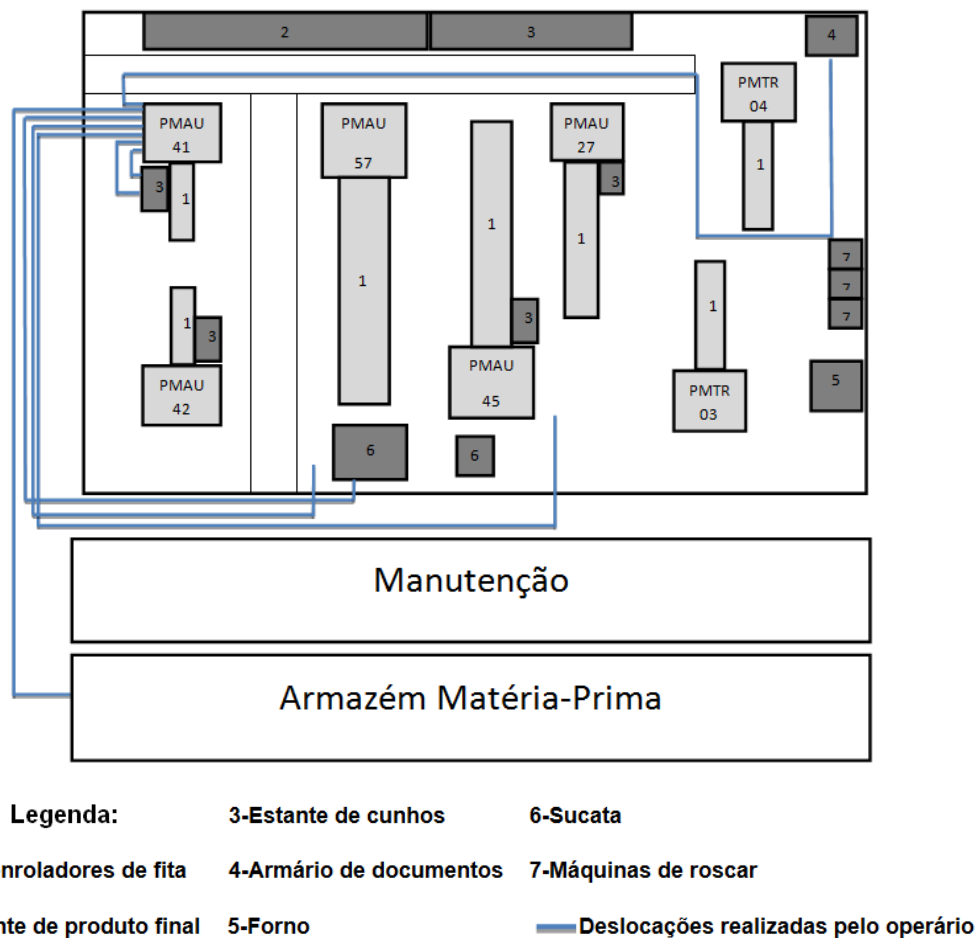


Figura 35: Diagrama de Spaghetti durante a mudança de ferramenta

4.2.4.3. Custos envolvidos numa mudança de ferramenta

Para que seja possível contabilizar quanto custa uma mudança de ferramenta foi necessário discriminar os vários custos associados a essa mudança. Estes custos são os custos de perda de produção, os custos da mão-de-obra e os custos de scrap.

Para os custos de produção a empresa estima que cada peça custa 1, 75€/minuto e atendendo aos 65 minutos de tempo de mudança de ferramenta significa estar a ter uma perda de produção de 113, 75€. O custo de mão-de-obra fica a 0,15 €/minuto à empresa, portanto o custo de mão-de-obra é 9,75€ durante uma mudança de ferramenta. O custo de scrap é calculado atendendo a uma média de 3 peças defeituosas que são deitadas fora.

Assim, na situação atual uma mudança de ferramenta (custo de changeover - CCO) custa 123,71€ e resulta da soma dos custos já referidos (Tabela 9).

Tabela 9: Custo de mudança de ferramenta, na situação atual

Custos	€
CPP	113,75
CMDO	9,75
CS	0,21
CCO	123,71

Na Tabela 28 do Anexo VI - Cálculo de Custo de Mudança na PMAU 41, encontram-se os cálculos detalhados do custo da mudança de ferramenta da PMAU 41 na situação atual.

4.2.5 Análise do Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Foi feita a medição da eficiência da PMAU 41, através do medidor de eficácia OEE e chegou-se ao valor de 32%, tal como se pode observar na Tabela 10. A folha de cálculo utilizada para o cálculo da eficiência da PMAU 41 encontra-se no Anexo VII - Cálculo do OEE da PMAU 41, na situação atual.

Tabela 10: Comparação do valor do OEE da PMAU 41 com o valor de classe mundial

	Valor de Classe Mundial	Valor da PMAU 41
Disponibilidade	90%	68%
Velocidade	95%	48%
Qualidade	99%	99%
OEE	85%	32%

Este valor encontrava-se muito abaixo do valor da classe mundial, como se pode verificar na Tabela 10. O que está a influenciar negativamente o valor do OEE é o valor da disponibilidade e da velocidade. O valor da qualidade encontra-se bem classificado em relação à classe mundial.

O baixo valor de disponibilidade devia-se ao facto das prensas estarem muitas vezes paradas onde o tempo de paragens não planeadas era muito elevado, 130 minutos num dia. Este tempo engloba, basicamente, o tempo de mudança de cunho, tempo de paragens por falta de material e falhas/avarias no cunho. As paragens planeadas dizem respeito às pausas para lanches e almoço e é estipulado pela empresa. A empresa determinou 60 minutos para almoço, sendo esta hora de pausa

determinada também pela empresa, e 20 minutos para 2 pausas para lanches, um de manhã e outro de tarde, com hora escolhida pelos operários.

As paragens não planeadas podiam ter muitas causas provocadas pelas pessoas, prensas, matéria-prima ou ferramentas. Para tal construiu-se um diagrama de causa-efeito para representar essas causas (Figura 36).

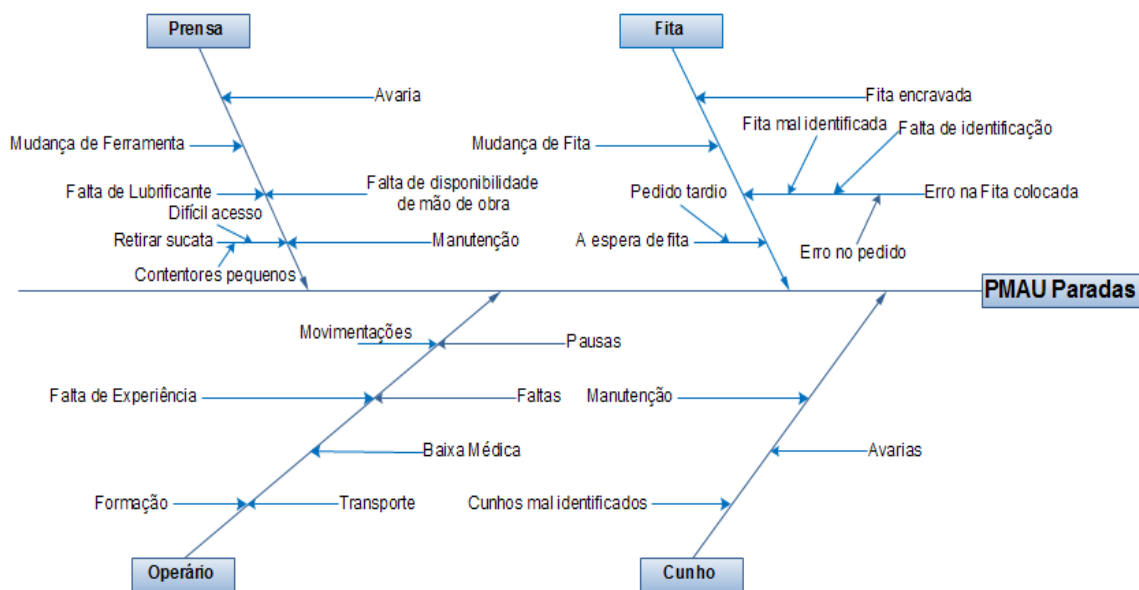


Figura 36: Diagrama Causa-Efeito das PMAU paradas

Quanto ao valor de velocidade, que se encontra muito abaixo do valor de classe mundial, este valor era provocado, essencialmente, pelo encravamento de fita no cunho e a falhas de alimentação de fita. Por vezes, os operários só pediam os rolos de fita quando o que estava a ser usado acabava. O armazém podia demorar algum tempo a levar os rolos até a área dos metais e isso fazia com que a máquina estivesse parada desnecessariamente. Outro fator a contribuir para o baixo valor de velocidade é a idade das máquinas, estas são muito antigas e desatualizadas.

4.2.6 Análise ao valor do stock

Observando a estante de armazenamento de peças na Figura 37 era nítida a falta de organização e o desequilíbrio na quantidade de peças armazenadas. Com isto, pretende-se dizer que, por vezes, quando era necessário uma peça, utilizada frequentemente nas áreas de montagem, esta não existia em stock e nem estava a

ser produzida. Pelo contrário, estava a ser produzida uma outra peça que não era necessária e que muitas vezes ainda existia em stock.



Figura 37: Estante de armazenamento de peças

Isto faz com que seja necessário alterar a produção de produto final, prejudicando assim a resposta aos clientes e trazia custos de armazenamento de stock desnecessários. A estante de armazenamento de peças é uma estante com 15 colunas, com 10 contentores de 20 litros cada coluna e encontrava-se desorganizada e confusa.

Para contabilizar o stock existente, foi feito um levantamento dos cartões kanban existentes na área para as peças pertencentes a classe A da análise ABC- produto-quantidade, que se encontra no Anexo II - Análise ABC do Produto-Quantidade. Muitas vezes, o número de peças por lote era maior que o número definido no cartão kanban, mas apenas foi contabilizado o número de peças estipulados nos cartões da área.

Foi considerada a classe A, a título de exemplo e para não tornar a análise de stock extensiva, pois existiam cartões kanban para várias peças cuja produção era muito reduzida e não se justificava o seu armazenamento.

Como se pode observar na Tabela 11, o valor total das peças em stock na área dos metais, antes da aplicação de qualquer método, era de 16.486,00€. Na tabela, pode-se também observar o consumo médio diário e lote de cada referência, assim como os dias de stock e valor unitário que cada uma tem.

É de salientar que nesta área não existe WIP, ou seja, não existem artigos em curso de fabrico. A contagem de stock diz respeito a peças armazenadas nas estantes e



prontas a serem transferidas para as secções de montagem ou operações externas, no subcontrato.

Tabela 11: Stock das peças da classe A da análise ABC, antes da aplicação de melhorias.

Peça	Descrição	Média Consumo Diário	Lote	Dias de Stock	Valor Unitário	Valor Stock
40139922	PZL 0003	9186	80000	9	0,0062 €	496,00 €
40163061	PFQ 315	1629	30000	18	0,0066 €	198,00 €
40139980	PKM 125	1605	70000	44	0,0225 €	1575,00 €
40139909	PFZ 330	1605	30000	19	0,0108 €	324,00 €
40177346	PSQ 1003	1482	20000	13	0,0853 €	1706,00 €
40139981	PKM 1125	1299	10000	8	0,0264 €	264,00 €
40139908	PFZ 200	1299	2000	2	0,0063 €	12,60 €
40177347	PSQ 1001	1213	20000	16	0,0692 €	1384,00 €
40139918	PSG 15	1144	20000	17	0,0055 €	110,00 €
40140037	PFZ 313	807	30000	37	0,0115 €	345,00 €
40139972	PTI 111	801	20000	25	0,0331 €	662,00 €
40139919	PSG 4000	676	8000	12	0,0087 €	69,60 €
40155340	PLP 1006	667	6000	9	0,1775 €	1065,00 €
40177344	PSQ 1011	667	9000	13	0,1240 €	1116,00 €
40139953	PSW 201	649	20000	31	0,0423 €	846,00 €
40154918	PLP 1004	632	6000	9	0,2155 €	1293,00 €
40139936	PSQ 1021	632	6000	9	0,1541 €	924,60 €
40177343	PSQ 1015	613	4000	7	0,0691 €	276,40 €
40139978	PKB 201	587	10000	17	0,0630 €	630,00 €
40159595	PLP 1005	576	4000	7	0,2454 €	981,60 €
40154917	PLP 1003	564	6000	11	0,2295 €	1377,00 €
40177342	PSQ 1019	564	9000	16	0,0610 €	549,00 €
						16204,80 €

Conclui-se assim haver um elevado valor de stock que excedia muito as quantidades necessárias para a produção diária das peças, o que mostra um mau planeamento e controlo da produção por parte da gestão.

4.2.7 Síntese de problemas identificados

O grande problema a ser resolvido neste projeto é a redução do tempo de mudança de ferramenta assim como a redefinição de kanbans mas é necessário ter em atenção outros problemas da área, que acabam por influenciar os principais. Embora o projeto incida com maior importância na PMAU 41, é necessário resolver outros problemas que acabam por comprometer a performance da área dos metais. Na Tabela 12 estão resumidos os problemas detetados na área, apresentados de acordo com a técnica 6M1E.

Tabela 12: Síntese de problemas identificados

	Problema
Men	<ul style="list-style-type: none"> Falta de identificação da matéria-prima (fita) Falta de polivalência Inexistência de autocontrolo dos operários
Machine	<ul style="list-style-type: none"> Produção de peças defeituosas na PMAU 45 Saída de peças do cunho complicada Alimentador das PMAU com um curso menor ao necessário Falta de sinalização de fim de fita no desenrolador
Method	<ul style="list-style-type: none"> Paragem da PMAU para retirar o contentor da sucata Pesagem das peças produzidas no armazém da matéria-prima Elevada distância percorrida para fazer o pedido de matéria-prima ao armazém Vários pedidos de matéria-prima ao armazém ao longo do dia
Material	<ul style="list-style-type: none"> Erros na identificação das peças à saída do forno Cunhos sem identificação ou mal identificados Cunhos com diferentes dimensões Restos de rolos de fita dispersos pela área Falta de ferramentas, apenas um carro de ferramentas na área
Management	<ul style="list-style-type: none"> Mau planeamento e controlo da produção Desorganização da estante das peças produzidas Stock elevado Inexistência de ações de formação Localização do carro de transporte, carro de ferramentas e contentores com peças para controlo não definida
Measurement	<ul style="list-style-type: none"> Inexistência de um tempo normalizado para cada operação Utilização do paquímetro, o que torna o processo demorado
Environment	<ul style="list-style-type: none"> Estante de armazenamento dos cunhos das Bihler's pouco apropriada Dificuldade em retirar o contentor de sucata das PMAU Grande esforço e dificuldade em transportar os cunhos e contentores de sucata Falta de segurança na estante dos cunhos

No capítulo seguinte apresentam-se algumas propostas para resolver estes problemas e reduzir/eliminar alguns dos desperdícios detetados.

5. APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas propostas de melhoria para a área dos metais, entre elas a implementação da metodologia SMED e do método Kanban. O plano de ações das propostas segue a técnica 5W2H e está apresentado na Tabela 13. Neste plano de ações estão identificados os problemas, as propostas, como se pensa implementar, quem implementa, onde e quando se pretendeu implementar.

Tabela 13: Plano de ações

What	Why	How	Who	Where	When
Implementação da metodologia SMED	Elevado tempo de mudança de ferramenta	Aplicar técnicas e métodos de SMED na PMAU 41	Marta Andrade	Área dos Metais	De Março a Junho
	Paragem das PMAU para retirar sucata	Aproveitamento de contentores da fábrica; explicação de uma melhor gestão	Marta Andrade	Área dos Metais	Abril de 2013
	Falta de ferramentas	Compra de ferramentas necessárias	Marta Andrade	Área dos Metais	Março de 2013
	Inexistência de tempo normalizado	Cálculo do tempo normalizado	Marta Andrade	Área dos Metais	Junho de 2013
	Medição demorada	Criação de blocos com medidas padrão	António Peixoto e Marta Andrade	Área dos Metais	Abril de 2013
	Dificuldade em transportar os cunhos e contentores de sucata	Substituir o carro de transporte	Victor Silva e Marta Andrade	Área dos Metais	Abril de 2013
	Dificuldade em retirar o contentor da sucata	Criação de um suporte com rolamentos para o contentor	Marta Andrade	Área dos Metais- PMAU	Abril de 2013
Dar ações de formação	Falta de polivalência e autocontrolo dos operários	Palestras e explicações práticas	Verónica e Marta Andrade	Área dos Metais	Sempre que possível
Gestão visual e 6S	Falta de identificação da matéria-prima	Identificar os rolos de fita logo que cheguem a área	Verónica e Marta Andrade	Área dos Metais	Março de 2013
	Erros na identificação das peças à saída do forno	Colocar a bandeira de identificação na gaveta do forno	Marta Andrade	Área dos Metais- Forno	Abril de 2013
	Erros nos cunhos; Cunhos sem identificação ou mal identificados	Gravar no cunho o nome das peças que produz	Loureiro	Área dos Metais	Março de 2013

	Desorganização na área; rolos de fita dispersos pelo chão da área	Colocar suportes para pendurar os rolos de fita	Albano	Área dos Metais	Maio de 2013
	Desorganização da estante das peças	Organização por destino das peças	Marta Andrade	Área dos Metais	Maio de 2013
	Estante dos cunhos das Bihler pouco apropriada	Criação de uma nova estante	Victor Silva e Marta Andrade	Área dos Metais- Estante dos cunhos das Bihler	Abril de 2013
	Falta de segurança na estante, quando se retira um cunho	Criação de travão de segurança	Albano e Marta Andrade	Área dos Metais- Estante dos cunhos das PMAU	Abril de 2013
Mecanismo poka-yoke	PMAU paradas por falta de fita	Sistema automático, através de sensores	Fernando e Marta Andrade	Área do Metais-Desenroladores	A definir
	Produção de peças defeituosas	Sistema automático, através de sensores	Fernando e Marta Andrade	Área dos Metais-PMAU 45	Maio de 2013
Implementação do método kanban e Planeamento diário de produção	Perdas no pedido de matéria-prima ao armazém	Envio diário do planeamento de produção para o armazém	Marta Andrade	Área dos Metais	Maio de 2013
	Mau planeamento e controlo da produção	Planeamento diário de produção	Marta Andrade	Área dos Metais	Maio de 2013
	Stock elevado	Calcular kanbans	Marta Andrade	Área dos Metais-Estante	Maio de 2013
Facilitar a saída das peças do cunho	Saída de peças complicada	Calha para orientar e transportar as peças à saída	Fernando, Victor Silva e Marta Andrade	Área dos Metais-PMAU 45	Maio de 2013
Produzir qualquer peça em qualquer PMAU	Alimentador das PMAU com um curso menor ao necessário	Substituição do alimentador das PMAU	João Melo e Marta Andrade	Área dos Metais	Abril de 2013
Pesagem das peças na área dos metais	Distância percorrida para pesagem de peças	Colocação de uma balança na área dos metais	Marta Andrade	Área do Metais	Maio de 2013

5.1 Implementação da metodologia SMED

Uma das propostas mais importantes é a implementação do SMED na PMAU 41. Esta proposta vai permitir reduzir os tempos de mudança de ferramenta em mais de 50%. Para isso seguiu-se as etapas da metodologia SMED apresentadas na secção 2.2.7.

5.1.1 Estágio preliminar: O setup interno e externo não se distinguem

Nesta primeira fase foi feita a recolha de dados, através de filmagens e diálogos com os operários. No Anexo V - Registo das operações da mudança de Ferramenta na PMAU 41, na situação atual, estão apresentadas as operações e tempos realizados



pelos operários na PMAU 41, durante a mudança de ferramenta (cunho). Foram estudadas 34 atividades, sendo 29 operações manuais e 5 transportes num total de 65 minutos.

5.1.2 Estágio 1: Separação entre operações internas e externas

Verificou-se que os operários raramente executavam alguma tarefa antes de parar a máquina, como ir buscar os documentos para produzir a próxima peça ou pedir a fita ao armazém. Na Tabela 14 está representado o número de operações internas, operações externas e o tempo total de setup antes da aplicação do método SMED.

Tabela 14: Operações e Tempo de Setup no Estágio 1

Nº Operações Internas	Nº Operações Externas	Tempo total de Setup
34	0	65mim

5.1.3 Estágio 2: Passagem de operações internas para operações externas

No estágio 2 foi feita a distinção entre operações internas e operações externas, passando operações que não acrescentam valor, na mudança de cunho e podem ser feitas com a prensa a funcionar, para operações externas.

As operações número 1 e 2, apresentadas na Tabela 15, excerto do Anexo V - Registo das operações da mudança de Ferramenta na PMAU 41, na situação atual, passaram a operações externas, uma vez que não havia necessidade de executar essas operações internamente.

Tabela 15: Operações passadas a externas

1	Substituir documentação: Auto Controlo, Instrução de Trabalho e Instrução de Controlo	Interna	00:02:00
2	Pedir fita ao armazém	Interna	00:05:00

Estas operações não só passaram a operações externas como também foram otimizadas. Toda a documentação era guardada no armário, que como se pode ver no layout da Figura 23, fica a 20 metros da PMAU 41. Sempre que era feita uma mudança de ferramenta, o operário deslocava-se até ao armário para substituir a documentação. Considerando a distância significativa optou-se por colocar a documentação necessária para a mudança de ferramenta e controlo da produção,

representativa de mais de 80% dos componentes produzidos nessa prensa, na prensa (Figura 38).



Figura 38: Documentação colocada na PMAU para reduzir as deslocações dos operadores

Quanto à operação 2, foi possível melhorar através de um planeamento semanal de produção. Com o planeamento semanal de produção foi possível entregar ou enviar um documento ao armazém com a matéria-prima necessária ao longo do dia. Assim, os operários não têm de se deslocar ao armazém cada vez que é necessário mudar de ferramenta e conseqüentemente, mudar a fita. Isto fez, também, com que os operários nunca tenham de esperar pela fita para a prensa produzir. No Anexo VIII - Planeamento de Produção Semanal encontra-se um exemplo do planeamento semanal de produção.

Operações como ir buscar a ferramenta necessária para a mudança de cunho, ir buscar o carro de transporte, arrumar o cunho e ir buscar o próximo cunho para produção à estante, também passaram a realizar-se externamente.

O carro de transporte usado para transportar os cunhos era antiquado e inseguro. Este apenas transportava um cunho de cada vez, era difícil empurrar o cunho em cima desse carro e não tinha barreiras de segurança (Figura 39). Por sua vez, existia um carro de transporte na fábrica que tinha sido adquirido para uso na área nos metais mas devido as queixas dos trabalhadores por falta de segurança na sua utilização e alguma resistência a mudança, este estava inutilizado.



Figura 39: Carro de transporte existente

Foram feitas alterações, colocando barreiras laterais na base do carro de modo a não pôr em causa a segurança dos operários, enquanto estes fazem o transporte dos cunhos. Este carro de transporte tem uma base com rolamentos, o que facilita o movimento dos cunhos, consegue transportar mais que um cunho ao mesmo tempo e a base é giratória o que facilita a mudança de cunho, pois é possível transportar o cunho que vai ser colocado na prensa até à prensa, tirar o cunho que acabou de produzir, girar a base do carro e colocar o cunho para produzir o novo componente (Figura 40).



Figura 40: Carro de transporte melhorado

Foi ainda colocada uma marca no carro de transporte para os operários, mais facilmente, identificarem a altura da estante e base da prensa quando estão a elevar o carro (Figura 40). As operações externas, que estão diretamente ligadas ao carro de transporte só foram possíveis com a utilização do novo carro de transporte.

Assim, conseguem-se passar 9 operações internas para operações externas, obtendo-se a Tabela 16.

Tabela 16: Operações e tempo de Setup no estágio 2

Nº Operações Internas	Nº Operações Externas	Tempo total de Setup
25	9	53mim

5.1.4 Estágio 3: Otimização das Operações Internas

Por último, foi feita a otimização das operações internas e melhoria do procedimento: mudança do cunho; afinação do passo do alimentador; alinhamento do cunho na base da prensa; abertura da prensa; segurança na estante dos cunhos; identificação dos cunhos; desenroladores de fita; esforço dos operários no despejo do contentor e sistema de lubrificação da fita.

5.1.4.1. Melhoria na mudança do cunho

As ferramentas necessárias à mudança de cunho encontravam-se num carro de ferramentas, em qualquer sítio da área. Este carro era único e tinha ferramentas repetidas e ferramentas desnecessárias, outras não eram as mais apropriadas para a funcionalidade em questão. Juntamente, no carro, existia também muito lixo.

Fixou-se uma placa de ferramentas na parte interior da porta da prensa com todas e apenas as ferramentas necessárias à mudança de cunho, nessa mesma prensa. Foi necessário substituir algumas ferramentas e algumas delas foram pintadas em conjunto com o parafuso onde iam ser usadas para haver melhor gestão visual e menos equívocos nas chaves (Figura 41).



Figura 41: Ferramentas, Antes (à esquerda) e Depois (à direita)

Foi feita, também, a standardização dos parafusos, passando de três medidas diferentes de parafusos para uma. Com isto conseguiu-se ter uma ferramenta no lugar de três, o que evita equívocos e torna o processo mais rápido. Devido a alguns desses parafusos fazerem parte da PMAU e não poderem ser alterados, foi necessário criar as porcas dos parafusos à medida. Para isso, foi feito o desenho técnico, presente no Anexo X - Desenho Técnico da Porca Standard, para que pudesse ser feito o pedido de fabrico.

A operação número 16 era completamente desnecessária, colocar o chamado postiço do nariz do cunho não era mais que colocar uma compensação de material na parte superior do cunho, parte esta que prende a parte superior do cunho à prensa. Alguns cunhos não tinham nariz nem postiço do nariz, era necessário passar de um para o outro sempre que se fazia uma mudança de ferramenta. Achando essa operação absurda, foram desenhados “narizes” para os cunhos que não tinham ou tinham mas necessitavam de uma compensação por ter um diâmetro inferior ao necessário (Figura 42).

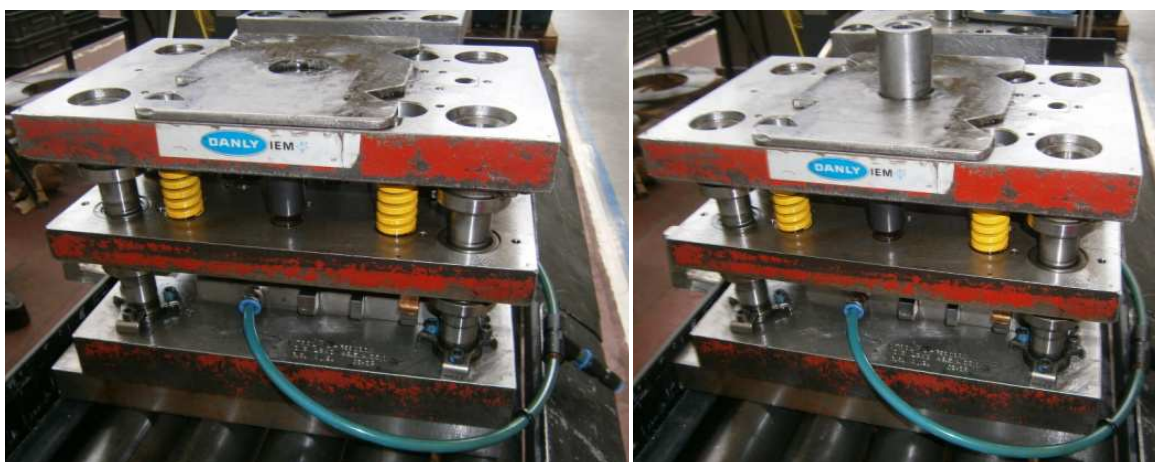


Figura 42: Cunhos sem nariz (à esquerda) e com nariz (à direita)

Para efetuar a operação 33, verificar a peça, são necessários os calibres destas. Estes calibres estavam num contentor, reservado para colocação de componentes não conformes, misturados com ferramentas e acessórios desnecessários, no exterior da PMAU. Os calibres foram identificados e colocados no interior da cobertura insonorizada. Foi necessário criar um suporte para os calibres que se apresenta na Figura 43.



Figura 43: Calibres, antes (à esquerda) e depois (à direita)

5.1.4.2. Melhor afinação no passo do alimentador

Afinar o passo do alimentador era uma tarefa demorada e exaustiva, isto porque era usado um paquímetro para fazer a medição e os operários tinham algumas dificuldades em usa-lo. Em cada afinação tinha de haver duas medições para conseguir o passo correto. Para tornar esta operação mais fácil e rápida foram criados blocos padrão. Com estes blocos, basta o operário colocar o bloco em cima do alimentador e com a outra mão abrir ou fechar o passo consoante o que for necessário.

Foi necessário criar quatro blocos para a PMAU 41 uma vez que são quatro os passos usados para produzir os componentes desta PMAU (Anexo IX - Semelhanças e Características dos Cunhos da PMAU 41). Foi, também, preciso construir o suporte para pendurar os blocos. Este foi colocado do lado direito do alimentador, dentro da cobertura insonorizada da PMAU (Figura 44). Os desenhos técnicos dos blocos padrão e suporte, encontram-se no Anexo XI - Desenho Técnico da Pega, Blocos Padrão e suporte.



Figura 44: Blocos padrão no suporte



5.1.4.3. Melhoria do alinhamento do cunho na base da prensa

Foram também implementadas alterações na operação número 24, colocar os calços e apertar os grampos. De maneira a tornar esta operação mais rápida e prática, sem deixar margem aos operários para dispersar, foram projetados novos calços para os cunhos. Os calços são necessários para manter os cunhos mais altos por questões de mecânica. Com a alteração dos calços é possível reduzir o tempo necessário para apertar os grampos e afinação da altura do alimentador. Os grampos foram dispensados e passou-se a usar parafusos com aperto simples e os novos calços foram desenhados de maneira a todos os cunhos ficarem com a entrada da fita à mesma altura, assim evita-se afinar a altura do alimentador de fita a cada mudança de ferramenta.

Foi ainda criado um calço para a base da prensa, com o objetivo de eliminar a operação 20, alinhar o cunho na base da prensa. Com este calço foram também eliminados os dois grampos colocados na parte de trás do cunho. O desenho técnico, elaborado com auxílio do software Inventor, que se encontra na Figura 45, mostra como irá ficar o cunho quando montado na prensa.

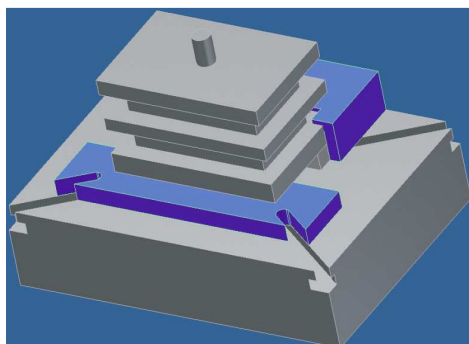


Figura 45: Desenho Técnico da montagem da base da prensa, cunho e calços

Os desenhos técnicos dos calços podem ver-se no Anexo XII - Desenhos Técnicos dos Calços da PMAU 41.

5.1.4.4. Melhoria na abertura da prensa

A abertura da prensa, na operação 17, era feita de acordo com a experiência dos operários em vez de ser feita através da medida exata necessária para o cunho entrar na prensa. Esta medida está presente em todas as instruções de trabalho mas não era aproveitada pelos operários. De forma a tornar esta operação exata,

foram feitos tubos com as medidas certas de abertura da prensa para cada uma das peças produzidas (Figura 46).



Figura 46: Tubos para abertura da PMAU

As peças, cuja abertura é a mesma têm o mesmo tubo. Com este mecanismo, o operário coloca o tubo na base da prensa verticalmente e depois só tem de abrir ou fechar a abertura até a prensa ter a abertura com a medida do tubo. Esta melhoria foi mais útil nas prensas que usam cunhos de vários tamanhos, porque são os que exigem abertura ou fecho da prensa. Na PMAU 41 não é muito comum mudar-se a abertura da prensa, embora aconteça quando necessário.

5.1.4.5. Aumento da segurança na estante dos cunhos

A estante dos cunhos não oferecia segurança aos operários. Quando os operários carregavam um cunho no carro de transporte, o cunho armazenado ao seu lado seguia juntamente com esse. Existia insegurança e tornava a operação 14 mais demorada. Foi criado um calço para a estante dos cunhos. Este calço é colocado no cunho ao lado daquele que o operário quer tirar da estante, fazendo com que esse não seja empurrado juntamente com o que o operário está a tirar para o carro de transporte (Figura 47).



Figura 47: Estante de cunhos, antes (à esquerda) e depois (à direita)



5.1.4.6. Identificação dos cunhos

Existiam cunhos mal identificados ou até mesmo sem qualquer identificação. Assim, era difícil pegar no cunho correto, quando necessário. Foi feita uma gravação do nome das peças que cada cunho produz, nos cunhos mal identificados ou sem identificação (Figura 48).



Figura 48: Cunhos sem identificação (à esquerda) e com identificação (à direita)

5.1.4.7. Melhoria nos desenroladores de fita

Os desenroladores de fita encontravam-se danificados e pouco práticos. Foi aproveitado um desenrolador de fita, adquirido pela empresa há alguns anos. Este desenrolador é mais prático, sendo mais fácil e rápido de usar. Depois de efetuadas algumas alterações, foi possível aproveitá-lo para desenrolar as fitas necessárias para a PMAU 41 (Figura 49).



Figura 49: Desenroladores, antigo (à esquerda) e novo (à direita)

Ficou feita a proposta de colocar um sensor no desenrolador que alertasse o fim de fita neste. Este sensor teria como objetivo avisar os operários para a necessidade de

colocação de um novo rolo de fita no desenrolador, evitando assim que a prensa esteja parada por falta de fita e distração dos operários.

Outra proposta de melhoria foi a substituição deste desenrolador por um desenrolador duplo, ou seja um desenrolador que desse para colocar dois rolos de fita ao mesmo tempo. O objetivo seria a prensa não ter de parar enquanto se coloca um novo rolo de fita. Assim, seria possível colocar um rolo de fita no desenrolador enquanto a prensa trabalha e consome o outro rolo de fita. Quando o rolo acabasse era só rodar o desenrolador e colocar a ponta de fita na prensa, e desta maneira diminuir o tempo que a prensa está sem produzir.

Foi possível aplicar este sistema numa prensa da área, mas apenas foi possível porque tinha sido adquirido há alguns anos um desenrolador duplo. Este desenrolador estava parado devido a um erro na compra. O desenrolador não era compatível com o tipo de rolos de fita comprados pela empresa. Uma vez que esse foi um grande investimento e que se podia ganhar muito tempo na produção foi proposto negociar com os fornecedores de rolos de fita para que os rolos chegassem a fábrica de maneira a poder usar o desenrolador duplo.

5.1.4.8. Redução do esforço dos operários no despejo do contentor

Os operários queixavam-se da dificuldade que tinham para tirar o contentor de sucata que está localizado debaixo da prensa, quando era necessário. Para ajudar nesta operação foi criado um suporte com rolamentos para colocar o contentor, assim o contentor encontra-se sempre na posição correta e é mais fácil para os operários retirá-lo sempre que é necessário despejar a sucata (Figura 50).



Figura 50: Contentor de sucata sem suporte (à esquerda) e com suporte (à direita)

Com este suporte é possível retirar o contentor diretamente para o carro de transporte, evitando desta forma grandes esforços por parte dos operários.

5.1.4.9. Melhoria no sistema de lubrificação da fita

A lubrificação da fita era feita com um sistema que usava ar comprimido para deitar o lubrificante. Com este sistema os operários tinham de ligar, regular e desligar a quantidade de lubrificante a utilizar. O recipiente do lubrificante era de 0,75 litros e cada vez que acabava o operário tirava o recipiente da prensa e ia encher o recipiente com lubrificante. Cada vez que o recipiente era colocado na prensa após ter sido cheio, o sistema não conseguia bombear o lubrificante do recipiente até à fita. Era muito difícil lubrificar a fita normalmente.

Por isso, foi implementado um sistema diferente de lubrificação (Figura 51). Este não funciona através do ar comprimido mas sim através de uma bomba de líquidos que está dentro do recipiente e impulsiona o lubrificante até à fita. Alterou-se o recipiente, passando a usar-se um de 1,75 litros e o operário não tem de ligar e desligar o sistema cada vez que este é necessário. Há possibilidade de regular a quantidade mas esta não é uma operação necessária.



Figura 51: Sistema de lubrificação através do ar (à esquerda) e através da bomba de líquidos (à direita)

Este sistema está ligado a embraiagem da prensa o que faz com que este seja ligado quando a prensa está a trabalhar e desligado quando esta está parada, não havendo assim desperdício de lubrificante.

Com a otimização das operações foi possível reduzir as operações e tempo de setup para o número e tempo demonstrado na Tabela 17. Assim, obteve-se um total de 20

operações, 12 operações internas e 8 operações externas e conseguiu-se um tempo total de Setup de 11 minutos.

Tabela 17: Operações e tempo de setup no estágio 3

Nº Operações Internas	Nº Operações Externas	Tempo total de Setup
12	8	11min

5.1.5 Implementação de uma Standard work combination sheet

É de referir que nas várias cronometragens e filmagens feitas da mudança de ferramenta com as melhorias implementadas, o pior tempo de Setup registado foi de 22 minutos. Este tempo foi registado na primeira mudança de ferramenta com todas as propostas de melhoria implementadas e aconteceram vários imprevistos, que não é costume acontecerem, embora possam suceder inesperadamente. Esta mudança foi feita por um operário da área que não acompanhou o projeto de melhoria nesta PMAU, pois foi a melhor maneira de validar este projeto.

Nesta mudança a prensa parou antes do novo rolo de fita estar colocado no desenrolador, o cunho não foi colocado na posição correta à primeira e os parafusos tinham sido exageradamente apertados por outro operário. Para assegurar que todos os operários seguem as novas instruções de trabalho, foi elaborada uma Standard Work Combination Sheet que pode ver-se no Anexo XIII - Standard Work Combination Sheet da Mudança de Ferramenta. Foi também, dada a formação necessária e feito o apelo a sensibilização dos operários para a necessidade de mudar alguns maus hábitos.

5.2 Aplicação do método Kanban e Planeamento Diário de Produção

Um dos principais objetivos deste projeto é a redefinição do método kanban, a aplicação deste método é de grande importância para a área. O método já era conhecido pelos operários e já tinha sido utilizado, embora tivesse deixado de funcionar com o tempo. Os cartões kanban encontravam-se desatualizados e até absurdos em relação a atual produção da área.

O método foi aplicado a 80% das peças mais produzidas na área e esta seleção foi feita baseando-se na análise ABC do produto-quantidade que se encontra no Anexo II - Análise ABC do Produto-Quantidade, para além das 80% das peças também foi calculado kanban para outras três peças, uma vez que na montagem fazem par com



outras peças com cartão kanban, ou seja sempre que uma é usada a outra peça é igualmente usada.

5.2.1 Cálculo do número de kanbans e valor do stock

Para o cálculo foi necessário recolher várias informações acerca das peças, tais como: valor unitário e peso da peça, média do consumo diário e lead time dentro da área dos metais e também o lead time das peças que vão sofrer operações fora da empresa. Foram considerados 22 dias mensais de trabalho, 15kg a carga máxima por contentor de peças, 3 dias de stock para as peças produzidas em PMAU's e 15 dias de stock para as peças produzidas nas bhiler's e um stock de segurança de 15% da média do consumo diário de cada peça respetivamente.

Tabela 18: Valor do Stock após a aplicação do método kanban

Peça	Descrição	Média Consumo Diário	Lote	Dias de Stock	Valor Unitário	Valor Stock
40139922	PZL 0003	9.186	90000	10	0,01 €	558,00 €
40163061	PFQ 315	1.629	24500	15	0,01 €	161,70 €
40139980	PKM 125	1.605	47500	30	0,02 €	1.068,75 €
40139909	PFZ 330	1.605	5000	3	0,01 €	54,00 €
40177346	PSQ 1003	1.482	13500	9	0,09 €	1.151,55 €
40139981	PKM 1125	1.299	38500	30	0,03 €	1.016,40 €
40139908	PFZ 200	1.299	12000	9	0,01 €	75,60 €
40177347	PSQ 1001	1.213	11000	9	0,07 €	761,20 €
40139918	PSG 15	1.144	3500	3	0,01 €	19,25 €
40140037	PFZ 313	807	12000	15	0,01 €	138,00 €
40139972	PTI 111	801	24000	30	0,03 €	794,40 €
40139919	PSG 4000	676	2000	3	0,01 €	17,40 €
40155340	PLP 1006	667	2000	3	0,18 €	355,00 €
40177344	PSQ 1011	667	2000	3	0,12 €	248,00 €
40139953	PSW 201	649	2000	3	0,04 €	84,60 €
40154918	PLP 1004	632	2000	3	0,22 €	431,00 €
40139936	PSQ 1021	632	2000	3	0,15 €	308,20 €
40177343	PSQ 1015	613	2000	3	0,07 €	138,20 €
40139978	PKB 201	587	17500	30	0,06 €	1.102,50 €
40159595	PLP 1005	576	2000	3	0,25 €	490,80 €
40154917	PLP 1003	564	2000	4	0,23 €	459,00 €
40177342	PSQ 1019	564	2000	4	0,06 €	122,00 €
						9.555,55 €

A diferença de dias de stock para os diferentes tipos de prensa está relacionada com o tempo de preparação das máquinas. O stock de segurança de 15% da média do consumo diário foi estipulado pela empresa, não deixando de algum modo manipular esse valor. Aplicou-se a fórmula para o cálculo do número e quantidade de kanban que se encontra no capítulo 0 e obteve-se a tabela que se encontra no Anexo XIV - Cálculo do Kanban e que, resumidamente, se pode observar na Tabela 18.

Após a aplicação do método kanban o valor do stock na estante da área dos metais passou a ser de, aproximadamente, 9.556€.

5.2.2 Elaboração do Kanban

Como referido no capítulo 0, kanban significa cartão e o seu funcionamento baseia-se na sua circulação, por isso foram elaborados os cartões kanban para as respetivas peças. Os cartões contêm informação sobre a peça, o lote, o ponto de reposição, o local de fabrico e local de destino das respetivas peças, é ainda apresentada uma fotografia da peça em questão, para melhor gestão visual. Pode ver-se um exemplo de cartão na Figura 52.

GE

Tamanho do lote: 47500

Contentor/Lote: 5

Peças/contentor: 9500

Cod. SAP: 40139980

RP: 500
1/2 contentores

Descrição: PKM 125

Local de Fabrico: Metais PMTR03

Linha de Montagem: WD/WA

GE

Figura 52: Cartão Kanban

5.2.3 Instruções de trabalho para utilização dos kanbans

Os cartões foram agregados a um suporte que possibilita a colocação dos cartões nos contentores. Foi necessário criar uma instrução de trabalho para cartão kanban, para os operários poderem ler sempre que surjam dúvidas na sua utilização, esta instrução de trabalho encontra-se no Anexo XV- Instrução de Trabalho do Kanban.

5.2.4 Identificação dos contentores

Os contentores foram fixados a um espaço na estante e devidamente identificados com etiquetas, onde consta a referência SAP, descrição, a respetiva fotografia e a quantidade de peças a colocar no contentor, tal como mostra a Figura 53.

 SAP:	40139980	
Descrição:	PKM 125	
9500		

Figura 53: Etiqueta de identificação de contentor

5.2.5 Plano de produção semanal

Para complementar o método kanban foi elaborado numa folha de excel um plano de produção semanal, esta folha serve de apoio para o plano de produção Anexo VIII - Planeamento de Produção Semanal. Nesta folha de excel entra as necessidades das áreas de montagem WD/WA e de ELCB, ou seja o que é necessário produzir nessas áreas numa determinada semana, no que diz respeito aos metais e são calculadas as necessidades de produção na área dos metais para essa semana automaticamente.

Nessa folha, estão presentes várias informações acerca das peças: a descrição, o código SAP, o kanban, a máquina onde pode ser produzida, a cadência de peças por hora, o tempo que o kanban demora a ser produzido, o destino, o stock existente

na área dos metais e soldadura e as necessidades semanais da montagem de WD/WA e ELCB.

5.3 Aplicação da Gestão Visual e 6S

Ao longo deste subcapítulo são apresentadas várias propostas de melhoria para a área dos metais, recorrendo a aplicação de gestão visual e técnica 6S.

5.3.1 Bandeiras de identificação

Ao retirar as peças das gavetas com diferentes bimetais do forno para os contentores, acontecia frequentemente um erro na identificação e, por vezes, misturavam-se diferentes peças no mesmo contentor. Estas peças são muito semelhantes e fáceis de confundir, por isso, para evitar este erro, foram criadas bandeiras de identificação (Figura 54) para colocar nas gavetas correspondentes quando as peças vão ao forno.



Figura 54: Bandeira de identificação

5.3.2 Identificação de material e zonas de armazenagem

Para melhorar o tempo despendido na procura e erros de identificação de matéria-prima existente na área, ferramentas, carros de transporte, entre outros foi inculcida a boa maneira de identificar toda a matéria-prima que chega à área. Existem diferentes referências de rolos de fita muito semelhantes entre eles e que suscitam dúvidas por parte dos operários, por isso, estipulou-se que qualquer rolo de fita que chegue à área dos metais é identificado de imediato. Esta identificação é simples e



rápida, é feita com um marcador diretamente no rolo de fita pelo operário, como se pode verificar na Figura 55.



Figura 55: Rolo de Fita Identificado

Para que houvesse um melhor aproveitamento do espaço da área foram colocados suportes nas estantes dos cunhos, usualmente, utilizados nas PMAU 41 e PMAU 42, para os restos de rolo de fita ou rolos de fita que chegam a área ao início do dia estejam pendurados num local apropriado (Figura 56).



Figura 56: Suporte de rolos de fita

Existiam ferramentas (cunhos) sem identificação e outros mal identificados, o que se traduzia em tempo desperdiçado na procura do cunho certo e, por vezes, faziam-se mudanças de cunho com um cunho que não era o pretendido. Foi feito um levantamento de todas as peças produzidas em cada cunho existente na área e foi feita a identificação de todos os cunhos, gravando no cunho o nome das peças que cada um produz.

Cada vez que os operários necessitavam de um carro de transporte, estes tinham de o procurar, uma vez que os carros de transporte não tinham uma localização fixa na área. Foi então, identificada a localização fixa para os carros de transporte, tal como se pode ver na Figura 57.

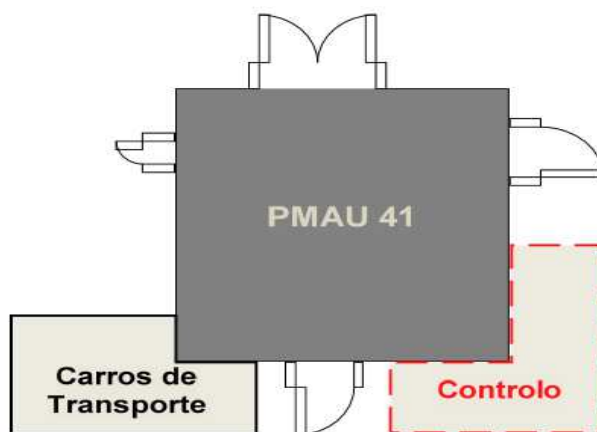


Figura 57: Fixação dos carros de transporte e área de controlo das peças

Sempre que era introduzido um novo rolo de fita no desenrolador de fita, os operários tinham de se deslocar até a frente da prensa para poderem ter acesso à instrução de trabalho e assim, ver qual a posição correta de introdução da fita metálica. Para evitar esta deslocação foi colocado um poster ao lado do desenrolador com a designação da peça que essa fita produz, a orientação da fita e a imagem da fita na posição correta.

Os contentores da sucata, o de aparas e limalhas de metais não ferrosos e o de metais não ferrosos, foram transferidos de sítio, fixando os dois contentores existentes num único local. Este local é de melhor acesso por parte dos operários com o carro de transporte e não atrapalha nenhum trabalho que esteja a ser realizado na área.

5.3.3 Organização da estante de armazenamento das peças

A estante foi organizada consoante o destino das peças ali armazenadas, peças cujo destino é o subcontrato (serviço subcontratado pela empresa), peças que prosseguem para a área de WD/WA e peças que seguem para a área de montagem de ELCB. Recorreu-se a gestão visual para melhor identificar e visualizar a posição de cada contentor de peças (Figura 58).

A cada peça foi associado um determinado contentor e cada contentor a um sítio fixo na estante. Esta identificação está relacionada com a etiquetagem usada para os kanbans (Figura 53 da secção 0). Assim, os contentores apresentam uma etiqueta com a identificação da peça que armazena, a fotografia da peça e a quantidade a armazenar dessa peça nesse mesmo contentor.



Figura 58: Organização da estante consoante o destino das peças

5.3.4 Estante dos cunhos das Bihler's

A estante onde estavam armazenados os cunhos das Bihler's era de metal e não tinha qualquer tipo de mecanismo de segurança para travar os contentores dos cunhos. Os operários queixavam-se da dificuldade que tinham para tirar os contentores com os cunhos por estes serem pesados e esta operação exigir muito esforço da parte deles.

Com o intuito de melhorar a situação foi construída uma nova estante, mais baixa e com prateleiras com base rolante para ser mais fácil tirar os contentores dos cunhos (Figura 59). Foi também colocado um sistema de segurança para que os contentores não caiam da estante, não colocando assim a segurança dos operadores em risco.



Figura 59: Nova estante de cunhos das Bihler's

A organização dos contentores na estante obedeceu a seguinte regra: colocar o que é mais utilizado nas prateleiras de melhor acesso. Assim sendo, e tendo em consideração a análise ABC, que se encontra no Anexo XVIII - Análise ABC das Peças Produzidas nas Bihler's, das peças produzidas nas Bihler's, chegou-se a organização presente na Tabela 19. É de notar que nas duas linhas centrais estão os cunhos mais utilizados na produção, pois estas são as linhas de melhor e mais fácil acesso.

Tabela 19: Organização da estante de Cunhos das Bihler's

PKM 220	PKM 221	PKM 217
PKB 22/23	PTI 300	PKM 201
PKB 201	PTI 200	PTI 71
PKM 125	PKM 1125	PTI 110/111/112/113/114
PYZ 28	PTI 400	Ferramentas pouco utilizadas
Calhas	Componentes das Bihler's	Parafusos

Para a construção da estante, foi necessário reunir com o departamento de Gestão de Qualidade & EHS, para esta ser aprovada.

5.3.5 Colocação de uma mesa de trabalho na área dos metais

Havia a necessidade de uma mesa de trabalho na área, pois como já foi referido existem cunhos que produzem peças com diferentes referências e para isso sempre que se troca a produção de uma peça para a outra é necessário abrir o cunho e altera-lo. Apesar de nem sempre serem os operários da área a realizar essa operação, quando o faziam era em cima da base do carro de transporte, o que obrigatoriamente implicava duas pessoas para realizar a operação, mas por falta de espaço para manuseamento e segurança para os operários, esta operação envolvia um grande risco, uma vez que o peso desses cunhos ronda os 60kg.

Foi colocada uma mesa de trabalho e foram fixadas todas as ferramentas usadas na alteração dos vários cunhos na lateral da mesa de trabalho. A localização da mesa de trabalho pode ver-se no layout da Figura 66.

5.4 Aplicação de mecanismos Poka-Yoke

Para a produção de uma peça específica da área dos metais, o cunho encravava várias vezes. Esta avaria não era detetada e o cunho, quando avariado, continuava a produzir peças, sendo estas defeituosas. Esta avaria devia-se a problemas da ferramenta, que a empresa não estava disposta a trocar dado o custo desta.

Foi, então, elaborado um sistema automático para prevenir a produção de peças com defeito, devido à avaria de cunho. Este sistema consiste em parar a máquina quando não é detetada a saída de peça do cunho, isto significa que, se o cunho avariar e continuar a produzir as peças defeituosas, que ficam sobrepostas dentro do cunho até este encravar, o sistema para a prensa. O sistema já implementado na PMAU 45, prensa mais apropriada para a produção desta peça, pode observar-se na Figura 60. Este sistema automático foi criado em conjunto com o electricista da empresa e o desenho técnico dos suportes para os sensores do sistema encontram-se no Anexo XVI - Desenhos Técnicos dos Suportes.



Figura 60: Mecanismo poka-yoke instalado nas prensas

5.5 Outras propostas de melhoria na área dos metais

Para melhorar uma área é necessário implementar vários princípios e ferramentas Lean, não é suficiente aplicar uma ferramenta isoladamente, senão não se obtém resultados eficazes. Os princípios e ferramentas devem ser aplicados de acordo com

a situação da área. De seguida são apresentadas várias propostas de melhoria para a área dos metais.

5.5.1 Calha para orientar e transportar as peças

Na produção de uma família de peças, usualmente tratadas por “aranhas”, devido ao seu tamanho, a saída destas do cunho era complicada. À saída, as peças não tinham qualquer orientação, o que fazia com que as peças fossem projetadas em várias direções e muitas das peças não iam para o contentor, como era suposto. Era necessário fazer várias paragens da prensa para retirar os contentores cheios de peças e apanhar todas as peças que ficavam espalhadas pelo chão.

Para melhorar esta situação, construiu-se uma calha (Figura 61) para orientar e transportar as peças à saída do cunho. Esta calha não só orienta e transporta as peças, como evita a paragem da prensa para retirar os contentores completos de peças, pois fez-se uma passagem através da porta da cobertura insonorizada da prensa para que as peças fossem diretamente transportadas para fora desta.

Começou-se por implementar esta proposta na PMAU 45, prensa que habitualmente produz este tipo de peças. Este processo foi seguido pelo departamento de Gestão de Qualidade & EHS para que a insonorização da prensa não ficasse comprometida.



Figura 61: Calha de orientação e transporte de peças

5.5.2 Alimentador das PMAU's

O curso do alimentador (Figura 62) da PMAU 45 tinha de ser movimentado quando era feita uma mudança de ferramenta com um passo pequeno para um passo grande e vice-versa. Esta operação podia demorar até 5 minutos.

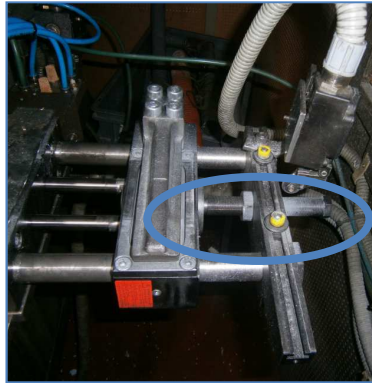


Figura 62: Curso do alimentador

Para eliminar esta operação que não acrescenta valor foi feito um curso à medida, de modo a não ser necessário movimenta-lo sempre que haja uma mudança de ferramenta com grande diferença de passo. Conseguiu-se reduzir, aproximadamente 4 minutos ao tempo de Setup total.

5.5.3 Pesagem das peças na área dos metais

Todas as peças produzidas na área dos metais eram pesadas no armazém da matéria-prima, que fica a 20 metros da área dos metais. Os operários percorriam o trajeto descrito na Figura 67 da secção 6.5, que são 53 metros até a balança, todos os dias. Esta operação podia demorar até 30 minutos por dia e, por vezes, tinham de esperar que a balança estivesse livre, uma vez que existe uma única balança no armazém e existe um responsável por pesar todo o material que entra e sai do mesmo. Enquanto se realizava esta operação, as máquinas na área dos metais deixavam de ter assistência.



Figura 63: Balança

Optou-se então, pela colocação de uma balança para a pesagem das peças na área dos metais (Figura 63). Esta balança apresenta algumas diferenças em relação a balança presente no armazém, por isso, embora de fácil utilização, foram resumidas as instruções base para a sua utilização. Estas instruções podem ler-se no Anexo XVII - Instruções da Balança.



6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da implementação das soluções propostas de melhoria e a sua discussão, comparando a situação antes e após a implementação das propostas de melhoria.

6.1 Ganhos com a aplicação da metodologia SMED

Neste subcapítulo são apresentados os ganhos obtidos com a implementação da metodologia SMED na PMAU 41.

6.1.1 Redução do tempo de setup e operações na mudança de ferramenta

Com a implementação das melhorias propostas foi possível reduzir o tempo de setup da PMAU 41 em 83%. No gráfico da Figura 64 está representada a comparação dos tempos de setup da PMAU 41 antes e depois da implementação de melhorias.

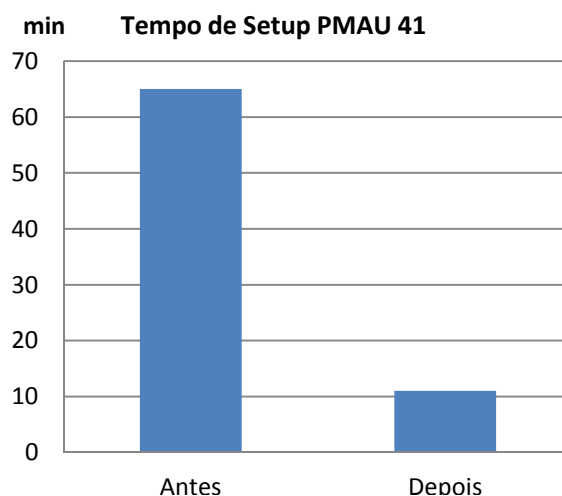


Figura 64: Comparação de tempos de setup da PMAU 41

Inicialmente a PMAU 41 apresentava um tempo de mudança de ferramenta de 65 minutos, o que era demasiado para as operações em questão e para que se pudesse ter maior flexibilidade na produção da área. Com a implementação de melhorias foi possível reduzir o tempo de Setup da PMAU 41 para 11 minutos, i.e. uma melhoria de 83%.

Para relembrar as operações e a sequência na mudança de ferramenta aos operários, foi colocado um poster de ambos os lados da porta da PMAU 41 (Anexo

XIX- Poster com a Ordem de Operações na Mudança de Ferramenta). Assim, através da gestão visual torna-se mais fácil para os operários cumprir a sequência correta das operações.

A mudança de ferramenta contava com 34 operações, todas elas consideradas operações internas (Anexo V - Registo das operações da mudança de Ferramenta na PMAU 41, na situação atual). Com a aplicação da metodologia SMED e outras como 5S, gestão visual e mecanismos poka-yoke, foi possível passar a ter apenas 20 operações por mudança de ferramenta, sendo 8 delas operações externas (Anexo XIII - Standard Work Combination Sheet da Mudança de Ferramenta).

Tabela 20: Comparação do número de operações, antes e depois da implementação da melhorias

	Nº Operações Internas	Nº Operações Externas	Tempo total de Setup
Antes	34	0	65mim
Depois	12	8	11min

Para melhor perceber a real diminuição do tempo de preparação na mudança de ferramenta na PMAU 41, pode-se observar a Figura 65.

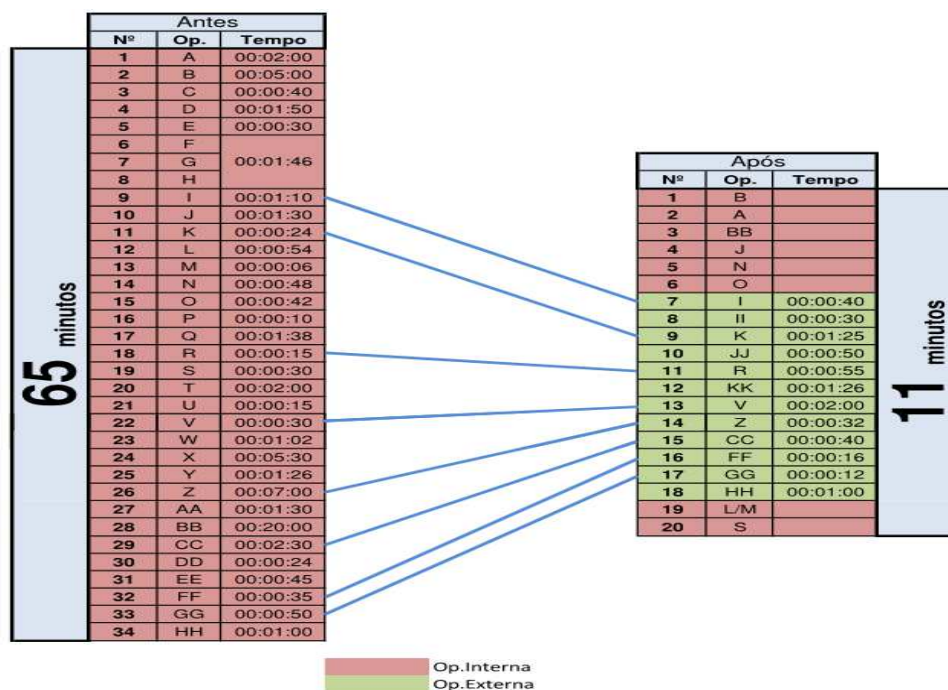


Figura 65: Tempo de preparação na mudança da PMAU 41

Devido à falta de tempo não foi possível implementar todas as melhorias propostas nas restantes PMAU's, mas é de referir que houve uma diminuição do tempo de

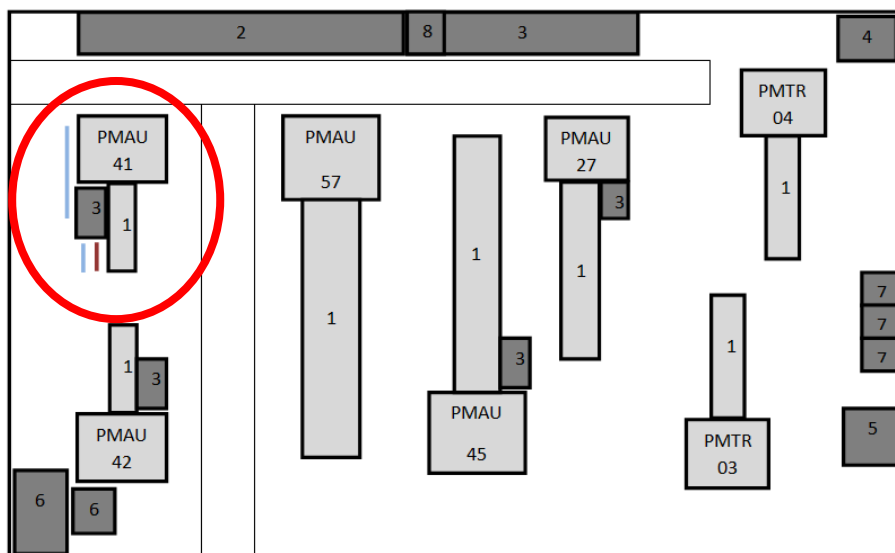
setup em todas elas. É esperado que a empresa continue a implementação das propostas, para que seja possível um tempo de setup de 11 minutos em todas as PMAU's.

6.1.2 Redução das movimentações durante a mudança de ferramenta

Após a aplicação da metodologia SMED e de outras ferramentas Lean, as movimentações feitas pelo operário durante a mudança de cunho diminuíram. Podem existir duas situações durante uma mudança de cunho:

- Dois operários a fazer a mudança, ocupando um deles a parte dianteira da máquina e o outro a parte lateral, local onde se faz a mudança do rolo de fita. Assim não há movimentações por parte de nenhum dos operários.
- Um operário, que faz a mudança do rolo de fita logo que o rolo anterior acabe e de seguida faz a mudança de cunho na parte dianteira da máquina. Nesta situação apenas existe uma deslocação do operário da parte lateral para a parte dianteira da máquina. Com a prensa parada não existe qualquer tipo de movimentação.

Na Figura 66 estão representadas as situações acima descritas.



Legenda:	4-Armário de documentos	8-Mesa de trabalho
1-Desenroladores de fita	5-Forno	— Deslocação realizada pelo 1º operário
2-Estante de peças	6-Sucata	— Deslocação realizada pelo 2º operário
3-Estante de cunhos	7-Máquinas de roscar	

Figura 66: Diagrama de Spaghetti durante a mudança de ferramenta após a aplicação do SMED

Após aplicar melhorias e experimentar as duas situações distintas no que diz respeito às movimentações dos operários no decorrer da mudança de ferramenta, optou-se pela segunda situação, em que é necessário apenas um operário. Se logo que o rolo de fita deixa o desenrolador, o operário começa a operação de introdução de novo rolo, o intervalo de tempo desde que a fita deixa o desenrolador até que esta falta na prensa, dá ao operário, tempo suficiente para efetuar a mudança do rolo de fita. Assim, enquanto este operário faz a mudança de rolo de fita e ferramenta na PMAU 41, o outro fica disponível para operar nas restantes máquinas da área.

Foi possível eliminar as distâncias percorridas, pois durante a mudança de cunho, com a PMAU parada o operário não tem necessidade de efetuar nenhuma movimentação.

6.1.3 Redução de custos numa mudança de ferramenta

Após a aplicação da metodologia SMED, foi calculado novamente o custo de mudança de ferramenta na PMAU 41. Na Tabela 21, apresenta-se a comparação de custo antes e após a aplicação do SMED.

Tabela 21: Comparação de custos, antes e após a implementação do SMED

	Custo	€
Antes	CPP	113,75
	CMDO	9,75
	CS	0,21
	CCO	123,71
Após	CPP	19,25
	CMDO	1,63
	CS	0,07
	CCO	20,95

Como se pode ver, o custo da mudança de ferramenta antes da implementação do SMED é superior, em 83%, ao custo de mudança de ferramenta após a implementação. Este custo, custo de changeover, é o somatório do custo de perda de produção, custo de mão-de-obra e custo de scrap.

Houve um custo no equipamento adquirido de 560€, 330€ em dois calços dianteiros para os dois cunhos que predominam na PMAU 41 e 230€ no calço traseiro que



pousa na base da PMAU 41. Este custo é um custo a amortizar com o tempo. O custo das restantes aquisições não é significativo e maioria delas foi material aproveitado na empresa.

6.1.4 Melhoria do Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Após a aplicação da metodologia SMED calculou-se novamente o OEE, que se encontra no Anexo XX- Cálculo do OEE da PMAU 41, após a implementação das propostas, e obtiveram-se os valores que se encontram na Tabela 22.

Tabela 22: Comparação do valor do OEE da PMAU 41 com o valor de classe mundial após aplicação de melhorias

	Valor de Classe Mundial	OEE PMAU 41 antes	OEE PMAU41 depois
Disponibilidade	90%	68%	93%
Velocidade	95%	48%	34%
Qualidade	99%	99%	99%
OEE	85%	32%	31%

O valor de OEE mantém-se baixo, sendo que o valor que está a influenciar negativamente é o valor da velocidade. Embora o valor da velocidade estar muito abaixo do pretendido, o valor da disponibilidade e o valor da qualidade estão muito bem posicionados em relação ao valor da classe mundial.

A disponibilidade aumentou devendo-se, principalmente, ao tempo de paragens não planeadas da PMAU 41 ter sido reduzido com as melhorias implementadas. O valor da qualidade manteve-se aceitável em relação ao valor da qualidade da classe mundial, uma vez que são poucas as peças produzidas que são rejeitadas pelo departamento da qualidade.

Em relação ao valor de OEE calculado antes da aplicação de melhorias, este valor diminuiu, ou seja, a eficácia da PMAU 41 diminuiu devido ao valor da velocidade. Para esta velocidade aumentar seria necessário produzir mais peças, no mesmo intervalo de tempo. Na situação atual isto não é possível porque as máquinas da área dos metais são muito antigas e já não são capazes de funcionar nas condições especificadas de quando foram compradas e deviam ser substituídas por prensas novas e atualizadas. No entanto tal não irá acontecer, pelo menos nesta fábrica com fecho anunciado.

6.2 Ganhos com a aplicação do método kanban e planeamento de produção

Com a redefinição e aplicação do método kanban foi possível reduzir o valor do stock em, aproximadamente 41%, antes da redefinição e aplicação do método havia um valor empatado em stock de 16.204,80€ sendo que após esta redefinição e aplicação, o valor foi reduzido para 9.555,55€ (Tabela 23).

Tabela 23: Valor de Stock antes e depois da aplicação do método Kanban

	Antes	Depois
Valor Stock	16.204,80 €	9.555,55 €

Com a aplicação do método kanban foi possível reduzir o stock das peças na estante, reduzindo assim o valor de peças paradas, assim custos associados ao seu armazenamento. Com a utilização do método foi também possível fazer um melhor controlo das referências existentes e da necessidade de produção, melhorando ainda as ordens de produção, pois passou a não ser necessário o responsável de produção lançar todas as ordens. Com os cartões kanban, o lançamento de ordens de produção das peças com cartão passou a ser automático, ou seja, sempre que o cartão kanban esteja colocado no suporte dos cartões é lançada uma ordem de produção.

Com o planeamento de produção semanal foi possível organizar o trabalho semana a semana, o que está diretamente relacionado com o aumento da produtividade. Devido a nem todas as máquinas estarem preparadas da mesma maneira, também por poderem existir imprevistos e ser uma área que está muito dependente dos operários e avarias, é feito o plano de produção semanal. O responsável de produção da área fica com a responsabilidade de planear a produção diária a partir do planeamento semanal.

Com o plano semanal acabaram-se as esperas de matéria-prima, pois todas os dias de manhã o responsável do armazém de matéria-prima transporta até a área toda a matéria – prima necessária para a produção diária, evitando assim as deslocações até ao armazém e os tempos de espera que podiam ir para além de 1 hora.



6.3 Ganhos com a aplicação da gestão visual e 6S

Neste subcapítulo são apresentados os ganhos obtidos com a aplicação da gestão visual e a técnica 6S na área dos metais.

6.3.1 Eliminação de erros com as bandeiras de identificação

As bandeiras de identificação para as gavetas do forno permitiram eliminar erros que levavam à mistura de diferentes referências de peças, bimetais. Para se resolverem estes erros, era necessário um operário de outra área separar as diferentes referências. Devido à falta de disponibilidade por parte dos operários, essas referências misturadas podiam ficar vários dias sem ser tocadas e quando começavam a separação das diferentes peças podiam demorar até dias, dependendo da quantidade e número de referências misturadas. Assim, eliminou-se a necessidade de mais um operário na área dos metais e o tempo em que essas referências estão paradas sem poder ser usadas.

6.3.2 Melhor identificação de matéria-prima, ferramentas e zonas de armazenagem

Após a identificação de matéria-prima e ferramentas reduziram-se os erros por utilização de rolos de fita e cunhos errados. Era muito comum confundir a referência do rolo de fita, uma vez que existem rolos muito semelhantes, quanto aos cunhos não aconteciam com tanta frequência mas quando aconteciam um erro de cunho podia perder-se 2 horas de trabalho.

A identificação e fixação de algumas zonas, como a zona de qualidade e zona de carros de transporte tornaram a área mais organizada, sendo assim mais fácil trabalhar nela.

Com os suportes para os rolos de fita, a área ficou com mais espaço para livre circulação dos operários e carros de transporte, impedindo acidentes devido ao material no chão.

6.3.3 Organização da estante de armazenamento de peças

Com a estante de armazenamento de peças organizada foi possível reduzir o tempo despendido na arrumação dos contentores com peças e melhorar a visualização das peças existentes em stock, na estante. Foi também uma maneira do responsável

pelas peças que prosseguem para subcontrato não mexer nas peças que não tem o subcontrato como destino, dirigindo-se diretamente ao espaço reservado para cada subcontrato na estante.

6.3.4 Mais rapidez com a estante dos cunhos das Bihler's

Com a construção desta estante, passou a realizar-se a operação que consiste em tirar o contentor com o cunho da estante, mais rápido. Através das medições de tempo feitas, concluiu-se que com a utilização da nova estante foi possível reduzir em 50% o tempo necessário para retirar e colocar os contentores com os cunhos das bihler's na estante.

A organização e identificação de contentores contribuíram para diminuir o esforço dos operários e ser mais rápido encontrar a ferramenta necessária. Com isto, diminuiu-se o risco de acidentes, aumentando a segurança dos operários.

6.3.5 Espaço para manuseamento e segurança com a mesa de trabalho

Com a mesa de trabalho, os operários podem realizar a operação de alteração do cunho com melhores condições, oferecendo espaço para manuseamento, segurança e exigindo menos esforço por parte dos operários porque a mesa tem uma altura adequada ao trabalho a efetuar.

6.4 Resultado da aplicação do mecanismo Poka-Yoke

Com a utilização do sistema automático através de sensores na prensa PMAU 45 foi possível diminuir a quantidade de sucata, embora este valor não fosse contabilizado, assim como o tempo que a PMAU estava parada para reparação do cunho devido a avaria não ser detetada a tempo.

Este tempo de paragem para reparação podia levar até 3 dias de trabalho na área de manutenção, ficando a área dos metais sem produzir as referências correspondentes a essa ferramenta. Portanto, com este sistema automático a ferramenta não tem essa avaria, deixando-a mais disponível para produzir.

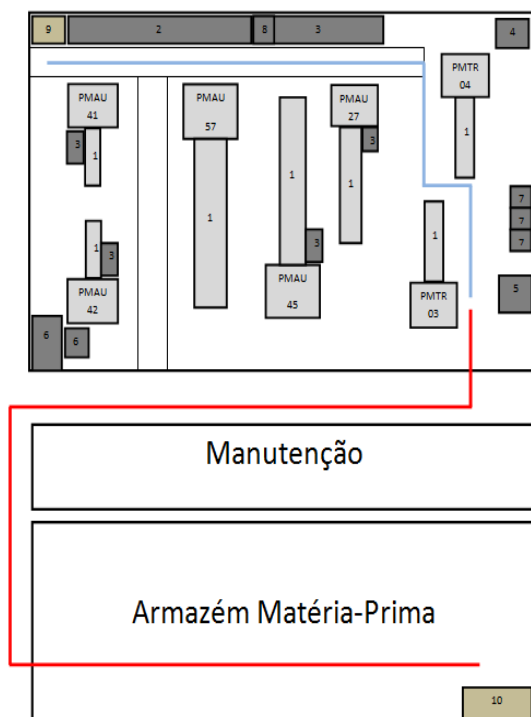
6.5 Ganhos com outras melhorias

Neste subcapítulo são apresentados os resultados de outras melhorias na área dos metais como a redução de paragem de prensa com a colocação da calha; a redução

do tempo de setup com o alimentador e redução do tempo de pesagem com a introdução da balança na área dos metais.

Com a calha para orientar e transportar peças na PMAU 45 referida na secção 5.5.1 obteve-se um ganho de, pelo menos, 20 minutos diários para produção. Pois evita-se a paragem da prensa para retirar os contentores quando estão cheios de peças e para apanhar as peças caídas e espalhadas pelo chão. Com a calha, a prensa pode estar a trabalhar continuamente sem qualquer paragem ao longo do dia, pois as peças são transportadas para fora da cobertura insonorizada.

Substituindo o alimentador da PMAU 45 apresentado na proposta da secção 5.5.2 reduziu-se 5 minutos ao tempo de setup desta prensa sempre que existe uma grande diferença no curso do alimentador na mudança de ferramenta.



Legenda:

1-Desenroladores de fita	5-Forno	9-Balança na área dos metais
2-Estante de peças	6-Sucata	10-Balança no armazém de matéria-prima
3-Estante de cunhos	7-Máquinas de roscar	— Deslocação para pesagem na área
4-Armário de documentos	8-Mesa de trabalho	— Deslocação para pesagem no armazém

Figura 67: Deslocação realizada pelo operário para fazer a pesagem das peças

Com uma balança na área, foi possível reduzir o tempo da operação de pesagem em 50% e a operação pode ser feita durante o dia, cada vez que a produção de uma dada peça completa o lote de produção. Quanto à distância percorrida obteve-se uma redução de 32 metros em cada deslocamento para pesagem. A balança foi colocada em frente ao posto de controlo da área e ao lado da estante de armazenamento, para que não sejam feitos transportes desnecessários. Podem ver-se ambas as situações ilustradas na Figura 67.

Foi considerado, para comparação, o ponto da área mais afastado das balanças. Com esta alteração reduziu-se em 32 metros o espaço percorrido.



7. CONCLUSÕES

Este capítulo apresenta as principais conclusões do projeto, os objetivos atingidos, a forma como se atingiram, os obstáculos e dificuldades sentidas para a sua concretização. É, ainda, apresentado alguns tópicos para trabalho a ser realizado futuramente.

7.1 Conclusão

O principal objetivo do projeto foi aplicar ferramentas da metodologia Lean, para melhorar a organização, eficiência e tempo de resposta da área dos metais da empresa GE Power Controls Portugal, em particular, a diminuição do tempo de preparação das máquinas da área.

Para atingir o objetivo foi feita uma análise crítica da área, analisando-se quais as referências de maior impacto, o tempo de mudança de ferramenta nas máquinas, as movimentações feitas durante a mudança e foi quantificado o stock de peças existentes na área. Para isso, foram utilizadas diversas ferramentas, como análise ABC, gráficos de Pareto, standard work combination sheet, diagrama de spaghetti e métodos de estudo de tempos.

Feita a análise da área, verificou-se a necessidade de implementação da metodologia SMED, técnica dos 6S e gestão visual e redefinição do sistema kanban. Com a colaboração dos operários da área foram feitas as implementações, passando por diversas etapas, sendo também usadas outras ferramentas, como mecanismos poka-yoke.

Com a implementação da metodologia SMED conseguiu-se atingir o objetivo pretendido, reduzindo-se o tempo de mudança de ferramenta na PMAU 41 em 83%, diminuindo assim o tempo de resposta da área dos metais. O sistema kanban foi atualizado com sucesso e o valor de stock armazenado na área foi reduzido em 41%, ficando a área mais organizada e com ordens de produção automáticas.

Com a aplicação dos 6S, mecanismo Poka-Yoke e introdução de uma balança na área dos metais foram também obtidos ganhos, nomeadamente, a redução de erros de identificação, mais organização, mais espaço livre e segurança e redução do tempo de pesagem das peças da área dos metais.

Na PMAU 45 foi possível reduzir a sucata e encravamento da PMAU através do mecanismo Poka-Yoke, evitando-se a paragem da prensa para retirar o contentor de sucata e foi reduzido o tempo de setup em, aproximadamente, 5 minutos com a substituição do alimentador.

No decorrer do projeto houve algumas dificuldades e obstáculos, sendo que a maior dificuldade esteve na aceitação dos operários de algumas propostas. Em relação ao sistema kanban, os operários já tinham algum conhecimento do método, o que tornou a sua implementação mais fácil. No que diz respeito a mudanças para implementação do SMED, inicialmente, os operários mostraram-se resistentes e com medo da mudança. Para contornar a situação foi necessário acompanhar cada mudança ao lado dos operários e explicar-lhe previamente o que se estava a fazer e o porquê de se estar a fazer, fazendo-lhe entender quais os benefícios para eles e para a empresa. Assim, a resistência e medo da mudança foi diminuindo gradualmente, desaparecendo por completo quando as melhorias já estavam implementadas e em funcionamento.

A realização deste projeto permitiu adquirir competências de pesquisa bibliográfica, sendo crítico, no sentido de separar a informação importante da menos importante. Permitiu um maior conhecimento das técnicas e ferramentas Lean, destacando-se o SMED e kanban. Tornou-se possível a aplicação prática dos conhecimentos adquirido ao longo do curso de MIEGI. E na prática, permitiu verificar que a implementação Lean não é necessariamente uma implementação cara e que existem várias soluções para um problema. Por isso, quanto maior o número de pessoas envolvidas na resolução de um problema melhor será a solução. Por fim, entende-se que o trabalho elaborado na área dos metais contribuiu para a empresa ficar mais competitiva, diminuindo o tempo de resposta aos clientes e tornando todo o processo mais flexível.

7.2 Trabalho futuro

O projeto desenvolvido na área dos metais não representa um cessar da melhoria contínua. A empresa deve continuar com a filosofia kaizen, melhorando de dia para dia. Nesse sentido e porque ainda ficou muito por fazer, são apontadas, nesta secção, algumas das melhorias que devem ser implementadas em breve. Fica sugerido para trabalho futuro:



- Implementação da metodologia SMED nas restantes prensas da área;
- Introdução de um sinal sonoro que sinalize o final de fita nos desenroladores;
- Mudança da localização do forno, este deve ficar junto da PMAU 41;
- Negociação com os subcontratos, para que se consigam lead times mais baixos;
- Estudo do espaço da empresa, para que seja possível aumentar o espaço da área dos metais.

Ficou feita a proposta de mudar o forno de sítio, isto porque os bimetais, peças produzidas na PMAU 41, são as únicas peças que necessitam de ir ao forno, e por isso o forno deveria estar mais próximo desta prensa. O grande objetivo para a área será diminuir o tempo de preparação de todas as prensas para 11 minutos, é esperado que a empresa continue a implementação das propostas, para que seja possível esse tempo de setup em todas as máquinas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bertholey, F., Bourniquel, P., Rivery, E., Coudurier, N., & Follea, G. (2009). Work Organisation improvement methods applied to Blood Transfusion Establishments (BTE): Lean Manufacturing, VSM, 5S. *Transfusion Clinique Et Biologique* , 16, 93-100.

Bilstein, J. M., Sequeira, M. L., & Carvajal, R. (1994). *Gestão da Produção*. IAPMEI.

Carvalho, D. (2003). *Produtividade Portuguesa*. Obtido em 20 de junho de 2013, de J. Dinis.A. Carvalho- Engenharia e Gestão Industrial- Ensino e Aprendizagem: <http://pessoais.dps.uminho.pt/jdac/>

Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2006). *Gestão da Produção*. Lisboa: LIDEL-Edições Técnicas, Lda.

Dalla, W. D., & Morais, L. L. (2006). Produção enxuta: vantagens e desvantagens competitivas decorrentes da sua implementação em diferentes organizações.

Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified*. New York: Productivity Press.

Goldratt, E. M. (1990). *Theory of Constraints*. North River Press.

Hall, R. (1987). *Attaining Manufacturing Excellence- Just in Time, Total Quality, Total People Involvement*. Homewood: Dow Jones- Irwin.

Henrique, C. (20 de Dezembro de 2010). *Curva ABC- Análise de Pareto- O que é e como funciona*. Obtido em 7 de Junho de 2013, de SobreAdministração: <http://www.sobreadministracao.com/o-que-e-e-como-funciona-a-curva-abc-analise-de-pareto-regra-80-20/>

Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost, Approach to Management*. New York: McGraw-Hill.

Imai, M. (1991). *Kaizen.(Ky'zen). The kay to Japan's competitive sucess*. New York: Random House.

Klym, P. (2011). *Lean Manufacturing, Performance, Qualité...et Etat d'Esprit*. Obtido em 12 de Setembro de 2013, de Lean Business France: www.leanbusiness.fr

Lean, C. (2009). Gestão visual para apoiar o trabalho padrão das lideranças. *Lean M@il*.

Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill.

Liker, J., & Meier. (2006). *The Toyota Way Fieldbook- A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. McGraw Hill.

Loureiro, A. (Outubro de 2012). Implementação de Células de Produção numa empresa de componentes eletrônicos. *Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial*. Guimarães: Universidade do Minho.

Marchwinski, C., & Shook, J. (2003). *Léxico Lean*. São Paulo: Lean Institute Brasil.

Meireles, M. (2001). *Administrativas para Identificar, Observar e Analisar Problemas*. São Paulo: Arte Ciência: Villipress.

Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, vol.83, 662-673.

Miranda, A. (Outubro de 2010). Implementação de Células de Montagem e de Práticas Lean Manufacturing numa Empresa se Componentes Electrónicos. *Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial*. Guimarães: Universidade do Minho.

Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just in Time* (3ª Edição ed.). Norcross, Georgia: Engineering & Management Press.

Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Portland: Productivity Press.

Neumann, W., & Medbo, L. (2010). Ergonomic and technical aspects in the redesign of material supply systems: Big boxes vs. narrow bins. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 541-548.

O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*. Faculty of Information Studies: University of Toronto.



Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. New York: United States of America: Productivity Press.

Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing and Managing a Lean Assembly Line*. New York: CRC Press.

Pinto, J. P. (2008). Criar valor eliminando desperdício. *Comunidade Lean Thinking* .

Rocha, G. (Outubro de 2010). Implementação de um Sistema Pull numa Linha de Montagem de Componentes Electrónicos. *Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial* . Guimarães: Universidade do Minho.

Rother, M. (2009). *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*. McGraw Hill.

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhil, A. (2007). Research Methods for Business Students. *Financial Times Prentice-Hall* .

Scyoc, K. (2008). Process safety improvement- quality and target zero. *Journal of Hazardous Materials* , 42-48.

Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system* . Cambridge: Productivity Press.

Shingo, S. (1989a). *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. New York: Productivity Press.

Shingo, S. (1989b). *Zero quality control:source inspection and the poka-yoka system*. Portland: Productivity Press.

Shumin, Y., & Xiaoling, L. (2009). Analysis of Enterprise Downsizing Management Mode Based on 5S Management. *Xian, Peoples R China: IEEE Computer SOC* .

Silva, J. A. (Março de 2013). *OEE- A Forma de Medir a Eficácia dos Equipamentos*. Obtido em 4 de Junho de 2013, de Lean em Portugal: <http://www.freewebs.com/leanemportugal/artigoswhitepapers.htm>

Supply, C. S. (2010). *The 5S Users Guide*. Obtido em 15 de Outubro de 2013, de Creative Safety Supply: <http://www.creativesafetysupply.com/>

Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). Assesment of Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly* , 23(4), 582-603.

The Productivity Development Team. (1998). *Just-in-Time for operators*. Portland,Oregon: Productivity Press.

The Productivity Development Team. (1999). *OEE for operators*. Shopfloor Series.

The Productivity Development Team. (1996). *Quick Changeover for Operators: The SMED System*. New York: Productivity Press.

The Productivity Development Team. (2002). *Standard Work for the Shopfloor*. New York: Productivity Press.

Toyota, C. (Março de 2004). *Toyota Traditions*. Obtido em 7 de Abril de 2013, de Toyota: <http://www.toyota-global.com/>

Vorne, I. (s.d.). *World Class OEE*. Obtido em 8 de Outubro de 2013, de Fast Track OEE Production of People on the Move: <http://www.oeo.com/world-class-oeo.html>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: SIMON & SCHUSTER.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos. (1990). *The machine that changed the world*. New York: R.Associates.



ANEXO I - INSTRUÇÃO DE TRABALHO, CONTROLO E AUTOCONTROLO

		GE Power Controls Portugal Unipessoal Lda <small>Uma Equipa Comprometida com o Sucesso do Cliente</small>	
OM 008/6			
IT DM	206/1	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	
Pág.	1/1	Departamento: METAIS	
Peça/Produto: PSQ1019_Bimetal		Cód. SAP:	40177342
Designação: Furar e Cortar_PSQ1019		Cód. Local:	PSQ1019
MÁQUINA:	<input type="text" value="PM - 42"/>	MATERIAL:	
		CÓDIGO LOCAL	<input type="text" value="195728_1"/>
		CÓDIGO SAP	<input type="text" value="10090991"/>
		DESIGNAÇÃO	<input type="text" value="Bimetal Strip TB208/110 DIM 6X0,8"/>
Nº PEÇAS / CICLO	<input type="text" value="1"/>		
PESO BRUTO/PEÇA	<input type="text" value="1,86"/>		
PESO PEÇA	<input type="text" value="1,63"/>		
DADOS DE UTILIZAÇÃO			
CURSO DO CABEÇOTE	<input type="text" value="31"/>	<input type="text" value="Cortar c/as letras voltadas para baixo"/> 	
ABERTURA DA MÁQUINA	<input type="text" value="235"/>		
PASSO	<input type="text" value="52"/>		
ALIMENTAÇÃO:			
AUTOMÁTICO	<input checked="" type="checkbox"/>		
MANUAL	<input type="checkbox"/>		
Nºs CICLOS/MINUTO	<input type="text" value="50"/>		
TOLERÂNCIA %	<input type="text" value="-0,5"/>		
Nº PEÇAS/MINUTO	<input type="text" value="50"/>		
PROTECCÕES:			
SAÍDA DA PEÇA	<input type="checkbox"/>	PERNO GUIA	<input checked="" type="checkbox"/>
ENCRAVAMENTO CHAPA	<input checked="" type="checkbox"/>	FINAL CHAPA	<input checked="" type="checkbox"/>
LUBRIFICAÇÃO:			
NÃO	<input type="checkbox"/>	SIM	<input checked="" type="checkbox"/>
		TIPO	<input type="text" value="ILF PN11"/>
Obs.: Não leva calços			
Letras da Fita para baixo			
Elaborada por:			
AUTOCONTROLO:		Efectuar o Autocontrolo conforme a IC PSQ1019	
EHS: CONSULTAR JSA - DM005			
OM	DM	EP	Q
F. Martins	V. Neves	F. Martins/E. Bras	J. Mário/Monteiro
			EHS
			I. Ferreira/J. Meireles
			Data: 04-06-2012

Figura 68: Instrução de trabalho



INSTRUÇÃO DE CONTROLO

Designação: Bimetal Compensação

Código SAP: 40139931

Tipo: PSQ 1019 NN

Desenho / Revisão: PEH2-031-08/ 03

Oper.	Pontos de Controlo	Tipo Controlo	Responsável	Meios Controlo	Amostra	Periodicidade	Obs.:
Cortar Furar	CM 003 - material não conforme CM 009 - ausência de furação CM 010 - furação defeituosa CM 016 - deformação CM 018 - excentricidade CM 022 - rebarbas CM 007 - gravação incorrecta	VS	Operador		5 peças	De 1 em 1 hora	Inserir dados no QMS CTQ 354 No início, meio e fim de produção Face das letras para cima
	CM 006 - diâmetro incorrecto $\varnothing 4+0/-0.03$ $\varnothing 3.97$ passa	EC	Operador	Espiga 3.97	5 peças	De 1 em 1 hora	Inserir dados no QMS CTQ 392 No início, meio e fim de produção
	CM 005 - dimensão incorrecta 6.0 ± 0.1	V	Operador	Paquímetro	5 peças	De 1 em 1 hora	Inserir dados no QMS CTQ 393 No início, meio e fim de produção
	CM 005 - dimensão incorrecta 6.0 ± 0.1 5.9 passa 6.1 n/ passa	EC	Operador	Espiga 5.9 Espiga 6.1	5 peças	De 1 em 1 hora	Inserir dados no QMS CTQ 394 No início, meio e fim de produção
	CM 004 - espessura incorrecta 0.8 ± 0.02	V	Operador	Micrómetro	5 peças	De 1 em 1 hora	Inserir dados no QMS CTQ 456 No início, meio e fim de produção
	CM 005 - dimensão incorrecta 2.0 ± 0.1	V	Operador	Paquímetro	5 peças	De 1 em 1 hora	Inserir dados no QMS CTQ 395 No início, meio e fim de produção

Figura 69: Instrução de controlo 1/2

		GE Power Controls Portugal <i>"One Team Committed to Customer Success"</i>				
Controlo Final	CM 003 - material não conforme CM 009 - ausência de furação CM 010 - furação defeituosa CM 016 - deformação CM 018 - excentricidade CM 022 - rebarbas CM 007 - gravação incorrecta	VS	C. Qualidade		Tab CEI 410 Nivel S4	Inserir dados no QMS CTQ 354 Face das letras para cima
	CM 006 - diâmetro incorrecto $\varnothing 4+0/-0.03$ $\varnothing 3.97$ passa	EC	C. Qualidade	Espiga 3.97	5 peças	Inserir dados no QMS CTQ 392
	CM 005 - dimensão incorrecta 6.0 ± 0.1	V	C. Qualidade	Paquímetro	5 peças	Inserir dados no QMS CTQ 393
	CM 005 - dimensão incorrecta 6.0 ± 0.1 5.9 passa 6.1 n/ passa	EC	C. Qualidade	Espiga 5.9 Espiga 6.1	5 peças	Inserir dados no QMS CTQ 394
	CM 004 - espessura incorrecta 0.8 ± 0.02	V	C. Qualidade	Micrómetro	5 peças	Inserir dados no QMS CTQ 456
	CM 004 - espessura incorrecta Max. 0.05	V	C. Qualidade	Micrómetro	5 peças	Inserir dados no QMS CTQ 457 Rebarba de corte
	CM 005 - dimensão incorrecta 2.0 ± 0.1	V	C. Qualidade	Paquímetro	5 peças	Inserir dados no QMS CTQ 395

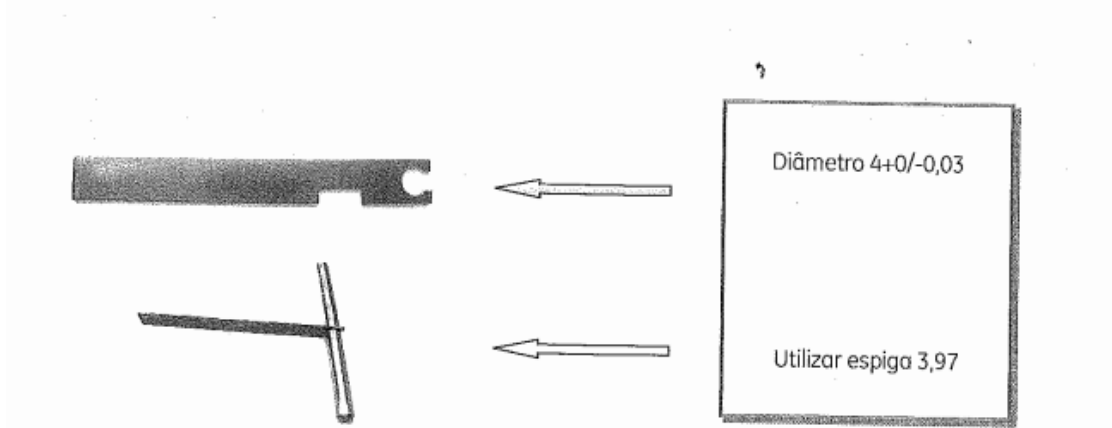


Figura 70: Instrução de controlo 2/2

g

GE POWER CONTROLS PORTUGAL

Departamento de Metais

Autocontrolo
Controlo OK / NOK

Máquina: PM41 Designação de peça: PTI 75

Hora	Operário Data	Operário Data	Operário Data	Operário Data	Operário Data	Operário Data	Operário Data
	1093 11-05-12	6369 7-10-13					
8:30		OK					
9:00		OK					
9:30	PREP	OK					
10:00	PREP	OK					
10:30	PREP	OK					
11:00	OK	OK					
11:30	OK	/					
12:00	OK	/					
12:30	OK	/					
13:00	OK	/					
13:30	/	/					
14:00	/	/					
14:30	/	/					
15:00	OK	/					
15:30	OK	/					
16:00	OK	/					
16:30	OK	/					
17:00	OK	/					
17:30	OK	/					
18:00	OK	/					

Figura 71: Folha de Autocontrolo



ANEXO II - ANÁLISE ABC DO PRODUTO-QUANTIDADE

Tabela 24: Análise ABC do Produto-Quantidade

Peça	Máquina	Consumo Anual	% Quant.	% Quant. Ac.	Classe
40139922	P	2425048	27,07%	27,07%	A
40163061	P	429945	4,80%	31,87%	
40139980	B	423702	4,73%	36,61%	
40139909	R	423702	4,73%	41,34%	
40177346	P	391227	4,37%	45,70%	
40139981	B	342918	3,83%	49,53%	
40139908	P	342918	3,83%	53,36%	
40177347	P	320270	3,58%	56,94%	
40139918	P	301946	3,37%	60,31%	
40140037	R	212951	2,38%	62,69%	
40139972	B	211590	2,36%	65,05%	
40139919	P	178580	1,99%	67,04%	
40155340	P	176074	1,97%	69,01%	
40177344	P	176074	1,97%	70,97%	
40139953	P	171459	1,91%	72,89%	
40154918	P	166755	1,86%	74,75%	
40139936	P	166755	1,86%	76,61%	
40177343	P	161935	1,81%	78,42%	
40139978	B	154904	1,73%	80,15%	
40159595	P	151993	1,70%	81,84%	
40154917	P	148950	1,66%	83,51%	
40177342	P	148950	1,66%	85,17%	
40158952	P	130648	1,46%	86,63%	
40139961	B	122742	1,37%	88,00%	
40181450	P	96444	1,08%	89,08%	
40139954	B	89227	1,00%	90,07%	
40181451	P	74376	0,83%	90,90%	
40139977	B	71170	0,79%	91,70%	
40139956	P	64584	0,72%	92,42%	
40139946	P	59789	0,67%	93,09%	
40155341	P	53218	0,59%	93,68%	
40177348	P	53218	0,59%	94,27%	
40139976	B	40971	0,46%	94,73%	
40139947	P	40142	0,45%	95,18%	
40139950	P	32234	0,36%	95,54%	C

40139967	P	31216	0,35%	95,89%
40139962	B	30742	0,34%	96,23%
40140107	P	28291	0,32%	96,55%
40140105	P	24293	0,27%	96,82%
40140098	P	22914	0,26%	97,07%
40140143	P	19285	0,22%	97,29%
40139973	B	18492	0,21%	97,50%
40177176	B	15760	0,18%	97,67%
40139937	P	14870	0,17%	97,84%
40139917	P	12180	0,14%	97,97%
40140142	P	10760	0,12%	98,09%
40159594	P	9942	0,11%	98,21%
40154916	P	9942	0,11%	98,32%
40139934	P	9942	0,11%	98,43%
40139933	P	9942	0,11%	98,54%
40177345	P	9942	0,11%	98,65%
40140049	P	9609	0,11%	98,76%
40140050	P	9609	0,11%	98,86%
40139945	P	8812	0,10%	98,96%
40139944	P	7953	0,09%	99,05%
40139920	P	7912	0,09%	99,14%
40163039	P	7270	0,08%	99,22%
40140101	P	6140	0,07%	99,29%
40140045	B	5380	0,06%	99,35%
40140046	B	5380	0,06%	99,41%
40139928	P	4565	0,05%	99,46%
40140117	P	3857	0,04%	99,50%
40139958	P	3840	0,04%	99,55%
40139959	B	3840	0,04%	99,59%
40140354	P	3480	0,04%	99,63%
40140048	P	3180	0,04%	99,66%
40140085	P	2686	0,03%	99,69%
40139913	B	2600	0,03%	99,72%
40139907	P	2568	0,03%	99,75%
40140144	B	1832	0,02%	99,77%
40139966	P	1680	0,02%	99,79%
40139975	B	1670	0,02%	99,81%
40140019	P	1600	0,02%	99,83%
40140349	P	1600	0,02%	99,84%
40139963	B	1420	0,02%	99,86%
40140064	P	1300	0,01%	99,88%
40140355	P	1280	0,01%	99,89%
40140044	P	1280	0,01%	99,90%



40139921	P	1060	0,01%	99,92%
40140083	P	1010	0,01%	99,93%
40162996	P	710	0,01%	99,93%
40139964	P	626	0,01%	99,94%
40139951	P	560	0,01%	99,95%
40140111	P	500	0,01%	99,95%
40139960	B	460	0,01%	99,96%
40139914	P	400	0,00%	99,96%
40140358	P	400	0,00%	99,97%
40140408	P	344	0,00%	99,97%
40140116	P	344	0,00%	99,98%
40140084	P	288	0,00%	99,98%
40139970	P	288	0,00%	99,98%
40139974	B	250	0,00%	99,98%
40140406	P	229	0,00%	99,99%
40140087	P	229	0,00%	99,99%
40140407	P	229	0,00%	99,99%
40140404	P	190	0,00%	99,99%
40140405	P	190	0,00%	100,00%
40139940	P	128	0,00%	100,00%
40182000	P	100	0,00%	100,00%
40139906	P	80	0,00%	100,00%
40140051	P	60	0,00%	100,00%



ANEXO III - ANÁLISE ABC DO PRODUTO-VALOR

Tabela 25: Análise ABC do produto-valor

Peça	Máquina	Consumo Anual	Valor Unitário (€)	Valor/Ano (€)	% Valor	% Valor Ac.	Classe
40159595	P	151993	0,2454	37299,08	8,92%	8,92%	A
40154918	P	166755	0,2155	35935,70	8,59%	17,51%	
40154917	P	148950	0,2295	34184,03	8,17%	25,68%	
40177346	P	391227	0,0853	33371,66	7,98%	33,66%	
40155340	P	176074	0,1775	31253,14	7,47%	41,13%	
40139936	P	166755	0,1541	25696,95	6,14%	47,27%	
40177347	P	320270	0,0692	22162,68	5,30%	52,57%	
40177344	P	176074	0,1240	21833,18	5,22%	57,79%	
40181451	P	74376	0,2253	16756,91	4,01%	61,79%	
40139922	P	2425048	0,0062	15035,30	3,59%	65,39%	
40155341	P	53218	0,2463	13107,59	3,13%	68,52%	
40181450	P	96444	0,1357	13087,45	3,13%	71,65%	
40177343	P	161935	0,0691	11189,71	2,67%	74,32%	
40139978	B	154904	0,06	9758,95	2,3%	76,7%	
40139980	B	423702	0,02	9533,30	2,3%	78,9%	
40177342	P	148950	0,0610	9085,95	2,17%	81,11%	
40139981	B	342918	0,03	9053,04	2,2%	83,3%	
40139953	P	171459	0,0423	7252,72	1,73%	85,00%	
40139972	B	211590	0,03	7003,63	1,7%	86,7%	
40158952	P	130648	0,0421	5500,28	1,31%	87,99%	
40139909	R	423702	0,01	4575,98	1,1%	89,1%	
40163061	P	429945	0,0066	2837,64	0,68%	89,76%	
40163039	P	7270	0,3740	2718,98	0,65%	90,41%	
40177348	P	53218	0,0498	2650,26	0,63%	91,05%	
40140037	R	212951	0,01	2448,94	0,6%	91,6%	
40159594	P	9942	0,2453	2438,77	0,58%	92,22%	
40139946	P	59789	0,0405	2421,45	0,58%	92,80%	
40139908	P	342918	0,0063	2160,38	0,52%	93,31%	
40154916	P	9942	0,2155	2142,50	0,51%	93,82%	
40139954	B	89227	0,02	1998,68	0,5%	94,3%	
40139977	B	71170	0,03	1914,47	0,5%	94,8%	
40139976	B	40971	0,05	1880,57	0,4%	95,2%	
40139918	P	301946	0,0055	1660,70	0,40%	95,61%	
40139947	P	40142	0,0405	1625,75	0,39%	95,99%	
40139961	B	122742	0,01	1620,19	0,4%	96,4%	C

Aplicação de Princípios e Ferramentas Lean Production na Área dos Metais de uma empresa de Componentes Eletrônicos

40139919	P	178580	0,0087	1553,65	0,37%	96,75%
40139934	P	9942	0,1538	1529,08	0,37%	97,12%
40139950	P	32234	0,0405	1305,48	0,31%	97,43%
40139933	P	9942	0,1268	1260,65	0,30%	97,73%
40139956	P	64584	0,0168	1085,01	0,26%	97,99%
40139973	B	18492	0,05	978,23	0,2%	98,2%
40139958	P	3840	0,1582	607,49	0,15%	98,37%
40177345	P	9942	0,0592	588,57	0,14%	98,51%
40140107	P	28291	0,0206	582,79	0,14%	98,65%
40162996	P	710	0,6401	454,47	0,11%	98,76%
40140105	P	24293	0,0186	451,85	0,11%	98,87%
40139962	B	30742	0,01	405,79	0,1%	99,0%
40140098	P	22914	0,0177	405,58	0,10%	99,06%
40139928	P	4565	0,0783	357,44	0,09%	99,15%
40139945	P	8812	0,0400	352,48	0,08%	99,23%
40139944	P	7953	0,0400	318,12	0,08%	99,31%
40140045	B	5380	0,06	313,65	0,1%	99,4%
40140046	B	5380	0,06	313,65	0,1%	99,5%
40139937	P	14870	0,0191	284,02	0,07%	99,52%
40139907	P	2568	0,1082	277,86	0,07%	99,59%
40140354	P	3480	0,0584	203,23	0,05%	99,64%
40177176	B	15760	0,01	197,00	0,0%	99,7%
40140085	P	2686	0,0652	175,13	0,04%	99,73%
40139917	P	12180	0,0087	105,97	0,03%	99,75%
40139967	P	31216	0,0033	103,01	0,02%	99,78%
40140143	P	19285	0,0045	86,78	0,02%	99,80%
40140101	P	6140	0,0139	85,35	0,02%	99,82%
40140117	P	3857	0,0149	57,47	0,01%	99,83%
40139975	B	1670	0,03	55,28	0,0%	99,8%
40140049	P	9609	0,0054	51,89	0,01%	99,86%
40140050	P	9609	0,0054	51,89	0,01%	99,87%
40139920	P	7912	0,0053	41,93	0,01%	99,88%
40140142	P	10760	0,0037	39,81	0,01%	99,89%
40140048	P	3180	0,0118	37,52	0,01%	99,90%
40139913	B	2600	0,01	35,88	0,0%	99,9%
40140355	P	1280	0,0274	35,07	0,01%	99,92%
40140406	P	229	0,1438	32,93	0,01%	99,92%
40140083	P	1010	0,0251	25,35	0,01%	99,93%
40140044	P	1280	0,0194	24,83	0,01%	99,94%
40139959	B	3840	0,01	24,58	0,0%	99,9%
40139951	P	560	0,0400	22,40	0,01%	99,95%
40140087	P	229	0,0963	22,05	0,01%	99,95%
40139963	B	1420	0,01	18,74	0,0%	100,0%



40140404	P	190	0,0904	17,18	0,00%	99,96%
40140405	P	190	0,0904	17,18	0,00%	99,97%
40140408	P	344	0,0465	16,00	0,00%	99,97%
40140144	B	1832	0,01	15,76	0,0%	100,0%
40140064	P	1300	0,0105	13,65	0,00%	99,98%
40140084	P	288	0,0398	11,46	0,00%	99,98%
40140111	P	500	0,0206	10,30	0,00%	99,98%
40140019	P	1600	0,0052	8,32	0,00%	99,98%
40139974	B	250	0,03	8,28	0,0%	100,0%
40140349	P	1600	0,0051	8,16	0,00%	99,99%
40139914	P	400	0,0191	7,64	0,00%	99,99%
40140358	P	400	0,0176	7,04	0,00%	99,99%
40139966	P	1680	0,0037	6,22	0,00%	99,99%
40139960	B	460	0,01	6,07	0,0%	100,0%
40139921	P	1060	0,0053	5,62	0,00%	100,00%
40139940	P	128	0,0400	5,12	0,00%	100,00%
40139964	P	626	0,0062	3,88	0,00%	100,00%
40140116	P	344	0,0085	2,92	0,00%	100,00%
40139970	P	288	0,0096	2,76	0,00%	100,00%
40182000	P	100	0,0125	1,25	0,00%	100,00%
40140407	P	229	0,0041	0,94	0,00%	100,00%
40139906	P	80	0,0054	0,43	0,00%	100,00%
40140051	P	60	0,0039	0,23	0,00%	100,00%

**ANEXO IV - TEMPOS DE SETUP OBSERVADOS, NA SITUAÇÃO ATUAL**

Tabela 26: Tempos de setup observados

Prensas	Ob.1	Ob.2	Ob.3	Ob.4	Ob.5	Ob.6	Ob.7	Ob.8	Ob.9	Ob.10	Tempo Médio de Setup
PMAU 27	89	86	90	80	105	126	110	112	106	96	100
PMAU 41	67	59	63	69	75	60	62	65	69	61	65
PMAU 42	93	97	88	82	85	92	87	90	98	88	90
PMAU 45	110	115	117	110	110	104	109	110	115	100	110
PMAU 57	115	114	112	103	107	111	108	110	110	110	110



ANEXO V - REGISTO DAS OPERAÇÕES DA MUDANÇA DE FERRAMENTA NA PMAU 41, NA SITUAÇÃO ATUAL

Tabela 27: Operações da mudança de ferramenta

Nº	Operação	Op. Internas/Externas	Tempo	
			Manual	Transporte
1	Substituir documentação: Auto Controlo, Instrução de Trabalho e Instrução de Controlo	Interna	00:02:00	
2	Pedir fita ao armazém	Interna	00:05:00	
3	Retirar pedaço de fita presa no cunho	Interna	00:00:40	
4	Retirar o sensor fim de fita	Interna	00:01:50	
5	Ir buscar a ferramenta	Interna		00:00:30
6	Desapertar os grampos	Interna	00:01:46	
7	Tirar os calços			
8	Tirar os grampos			
9	Desapertar e tirar o cabeçote da prensa	Interna	00:01:10	
10	Ir buscar o carro de transporte	Interna		00:01:30
11	Tirar o cunho	Interna	00:00:24	
12	Transportar o cunho até a estante	Interna		00:00:54
13	Pousar o cunho na estante	Interna	00:00:06	
14	Pegar o novo cunho	Interna	00:00:48	
15	Transportar o cunho até à prensa	Interna		00:00:42
16	Colocar o postigo do nariz no cunho	Interna	00:00:10	
17	Abrir a prensa de modo a entrar o cunho	Interna	00:01:38	
18	Colocar o cunho na prensa	Interna	00:00:15	
19	Arrumar o carro de transporte	Interna		00:00:30
20	Alinhar o cunho na base da prensa	Interna	00:02:00	
21	Colocar o cabeçote	Interna	00:00:15	
22	Ajustar a abertura da prensa	Interna	00:00:30	
23	Apertar o cabeçote	Interna	00:01:02	
24	Colocar os calços e apertar os grampos	Interna	00:05:30	
25	Regulação da abertura e fecho do cunho	Interna	00:01:26	
26	Afinação da altura e passo do alimentador	Interna	00:07:00	
27	Afinação dos CAME dos pinos-guia	Interna	00:01:30	
28	Colocar fita no desenrolador para o novo cunho	Interna	00:20:00	
29	Introdução da fita no cunho	Interna	00:02:30	
30	Colocar o sensor fim de fita	Interna	00:00:24	
31	Ativar lubrificação de óleo de corte na banda e ligar os tubos de ar do cunho	Interna	00:00:45	
32	Avanço manual até sair a 1ª peça	Interna	00:00:35	
33	Verificar a peça	Interna	00:00:50	
34	Ajustar se necessário a alimentação e cabeçote da prensa, até a peça se encontrar dentro das cotas pretendidas	Interna	00:01:00	
			01:01:04	00:04:06



ANEXO VI - CÁLCULO DE CUSTO DE MUDANÇA NA PMAU 41

Tabela 28: Custo de mudança de ferramenta na PMAU 41

			Tempo Preparação Antes Melhorias	Tempo Preparação Após Melhorias
			65	11
Custo Perda Produção (CPP)	Prod/min	25		
	€/peças	0,07	113,75	19,25
	€/min	1,75		
Custo de Scrap (CS)	Peças ñ ok	3 (antes)		
		1 (após)	0,21	0,07
Custo de Mão de Obra (CMDO)	€/hora	8,9		
	€/minuto	0,15	9,75	1,65
CCO			123,71	20,97



ANEXO VII - CÁLCULO DO OEE DA PMAU 41, NA SITUAÇÃO ATUAL

Tabela 29: OEE da PMAU 41, na situação atual

OEE- Overall Equipment Effectiveness

PMAU 41

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} * \text{Velocidade} * \text{Qualidade}$$

	Taxa de Prod. Ideal (peças/min)	Taxa de Prod. Ideal (peças/dia)	Taxa de Prod. Ideal (peças/seg)	Tempo de Ciclo (seg)
PSQ 1001	60	24000	1,00	1
PSQ 1003	60	24000	1,00	1
PSQ 1005	80	32000	1,33	0,75
PSQ 1011	80	32000	1,33	0,75
PSQ 1013	80	32000	1,33	0,75
PSQ 1015	50	20000	0,83	1,2
PSQ 1018	50	20000	0,83	1,2
PSQ 1019	50	20000	0,83	1,2
PSQ 1020	80	32000	1,33	0,75
PSQ 1021	50	20000	0,83	1,2
	64	25600		0,98

	minutos	segundos
Tempo do turno	480	28800
Tempo de Abertura	400	24000
Tempo de Funcionamento	270	16200
Tempo Líquido de Funcionamento	255	
Tempo produtivo	250	

Paragens Planeadas	80	Disponibilidade	68%
Paragens não Planeadas	130	Velocidade	48%
Perdas de Velocidade	15	Qualidade	99%
Perdas de Qualidade	5	OEE	32%

Peças produzidas	7900
Peças Ñ OK	88
Peças OK	7812



ANEXO VIII - PLANEAMENTO DE PRODUÇÃO SEMANAL

Tabela 30: Planeamento de produção semanal (ELCB)

Planeamento de Produção Semanal - Metais											
Designação	Código SAP	Kanban	Máquina	Cadência (peças/hora)	Bottleneck (Horas)	Destino	Stock - Metais	Stock - Soldadura	Planeamento ELCB	Planeamento WA/WD	Necessidades de Produção
ELCB											
PSQ1001	40177347		PM41	4800	32	Forno/Niquelar			6560		-6560
PSQ1003	40177346		PM41	4800	32	Forno/Niquelar			5890		-5890
PSQ1005	40177345	5000	PM41	4800	32	Forno/Niquelar			0		0
PSQ1011	40177344	7000	PM41	4800	8	Forno			2200		-2200
PSQ1013	40139928		PM41	4800	8	Forno			200		-200
PSQ1015	40177343	5500	PM41	4800	8	Forno			2400		-2400
PSQ1018	40177348		PM41	4800	8	Forno			1290		-1290
PSQ1019	40177342		PM41	4800	8	Forno			360		-360
PSQ1020	40139934		PM41	4800	8	Forno			0		0
PSQ1021	40177341		PM41	4800	8	Forno			6000		-6000
PLP1002	40159594		PM42	2640		ELCB			0		0
PLP1003	40154917		PM42	2640		ELCB			360		-360
PLP1004	40154918	7500	PM42	2640		ELCB			6000		-6000
PLP1005	40159595		PM42	2640		ELCB			2400		-2400
PLP1006	40155340	7000	PM42	2640		ELCB			2200		-2200
PLP1007	40155341		PM42	2640		ELCB			1290		-1290

Tabela 31: Planeamento de produção semanal (WAWD) (1/2)

Designação	Código SAP	Kanban	Máquina	Cadência (peças/hora)	Bottleneck (Horas)	Destino	Stock - Metais	Stock - Soldadura	Planeamento ELCB	Planeamento WAWD	Necessidades de Produção
WAWD											
PEK 45							3100				3100
PFZ 313	40140037	30000	MPRS03	3600	8	Sub.	0				0
PFZ 200	40139908		PM45	2100	8	Sub.	0				0
PFZ 2000							0				0
PFQ 315	40163061	30000	MPRS02	3600	8	Sub.	0				0
PFZ 330	40139909	60000	MPRS01	3600		Sub.	33000				33000
PKB 201	40139978		PM41	3300		Sub.	7000				7000
PKB 22	40139976	8000	PMTR04	4200		Sub.	18493				18493
PKB 23	40139977		PMTR04	4200		Sub.	36600				36600
PKM 1125	40139981	10000	PMTR03	2100	8	Sub.	22222				22222
PKM 125	40139980		PMTR03	5400		Sub.	46058				46058
PKM 130							4450				4450
PKM 201	40177176		PM42	4800		WA/WD	0				0
PKM 217	40139913	70000	PMTR03	2640	8	Sub.	4396				4396
PKM 220	40140045		PMTR03	2640	8	Sub.	0				0
PKM 221	40140046		PMTR03	2640	8	Sub.	0				0
PKM 219							0				0
PKM 237	40140048		PM41	4800	8	Sub.	0				0
PLT 70	40181451		PM45	2100	8	Sub.	0				0
PLT 28							0				0
PSG 15	40139918		PM45	4800		Sub.	19000				19000
PSG 4000	40139919		PM45	4200		WA/WD	1500				1500
PSI 23							7625				7625
PSI24							9803				9803
PST 35							0				0
PST 50							0				0
PSV 108							0				0
PSV 109							534				534
PSV 110							12				12
PSV111							88				88
PSW 200	40158952		PM57	2100		Sub.	3380				3380
PSW 201	40158953		PM57	2100		Sub.	15920				15920
PSW 73	40139944		PM57	2100		Sub.	1700				1700
PSW 73R	40139945		PM57	2100		WA/WD	3670				3670
PSW 74	40139946	6000	PM57	4800		WA/WD	4920				4920
PSW 74 R	40139947	4500	PM57	2400		Sub.	6200				6200
PSW 84	40139950	3000	PM57	2400		WA/WD	1400				1400
PSW 85	40139951						100				100
PSW78							161				161
PTI 110							4000				4000
PTI 111	40139972		PMTR04	4800	8	Sub.	12147				12147
PTI 114							1820				1820
PTI 112	40139973		PMTR04	4800	8	Sub.	7856				7856
PTI 113	40139974		PMTR04	4800	8	Sub.	4808				4808
PTI 200	40139961		PMTR03	3000	8	Sub.	2168				2168
PTI 300	40139962		PMTR03	3000		Sub.	3100				3100
PTI 400							500				500



Tabela 32: Planeamento de produção semanal (WAWD) (2/2)

PTI 78							6630				6630
PTI 72							2118				2118
PTK 213							0				0
PTK 212							0				0
PTI 71	40139954		PMTR03	3000		Sub.	19087				19087
PTI 73	40139956		PMTR03	3000		Sub.	21700				21700
PTI 74	40140101		PM41	4800		Sub.	500				500
PTI 75							5000				5000
PTI 100							7400				7400
PTI 99							1675				1675
PYZ 28							0				0
PTT 25	40139964		PM45	4800		Sub.	0				0
PYZ 15							5445				5445
PSV 100							500				500
PLS 39							25425				25425
PYZ 21	40140143		PM41	7200		Sub.	5829				5829
PYZ 29							33037				33037
PYZ 30	40139967	2000	PM41	7200		Sub.	8100				8100
PTZ 17							5480				5480
PYZ 32	40181450		PM45	2100		Sub.	0				0
PKW 107							1920				1920
PKW 106							1920				1920
PZL 0003	40139922	60000	PM42	3600	16	Sub.	0				0
PZT 1	40139910		MCAU45	Manual		Sub.	299				299



ANEXO IX - SEMELHANÇAS E CARACTERÍSTICAS DOS CUNHOS DA PMAU 41

Tabela 33: Semelhanças e características dos cunhos da PMAU 41

	Peças que produz	Curso de cabeçote (mm)	Abertura da máquina (mm)	Passo (mm)	Fita
CUNHO 1	PSQ 1001	31	230	49,5	Bimetal Strip TB208/110 DIM 10X0,7
	PSQ 1003	31	230	49,5	Bimetal Strip TB208/110 DIM 10X0,8
	PSQ 1005	31		10	Fita Bimetal 108SP 50x0,8
CUNHO 2	PSQ 1011	31	230	52	Fita Bimetal 108SP 50x0,8
	PSQ 1013	31		8	Fita Bimetal 108SP 50x0,8
	PSQ 1015	31	230	52	Bimetal Strip TB200/20 DIM 6,6X0,8
	PSQ 1018	31	230	52	Fita Bimetal 108SP 50x0,7
	PSQ 1019	31	230	52	Bimetal Strip TB208/110 DIM 6X0,8
	PSQ 1020	31		8	Fita Bimetal 20SP 50x1,0
	PSQ 1021	31	230	52	Bimetal Strip TB200/20 DIM 8X0,8



ANEXO X - DESENHO TÉCNICO DA PORCA STANDARD

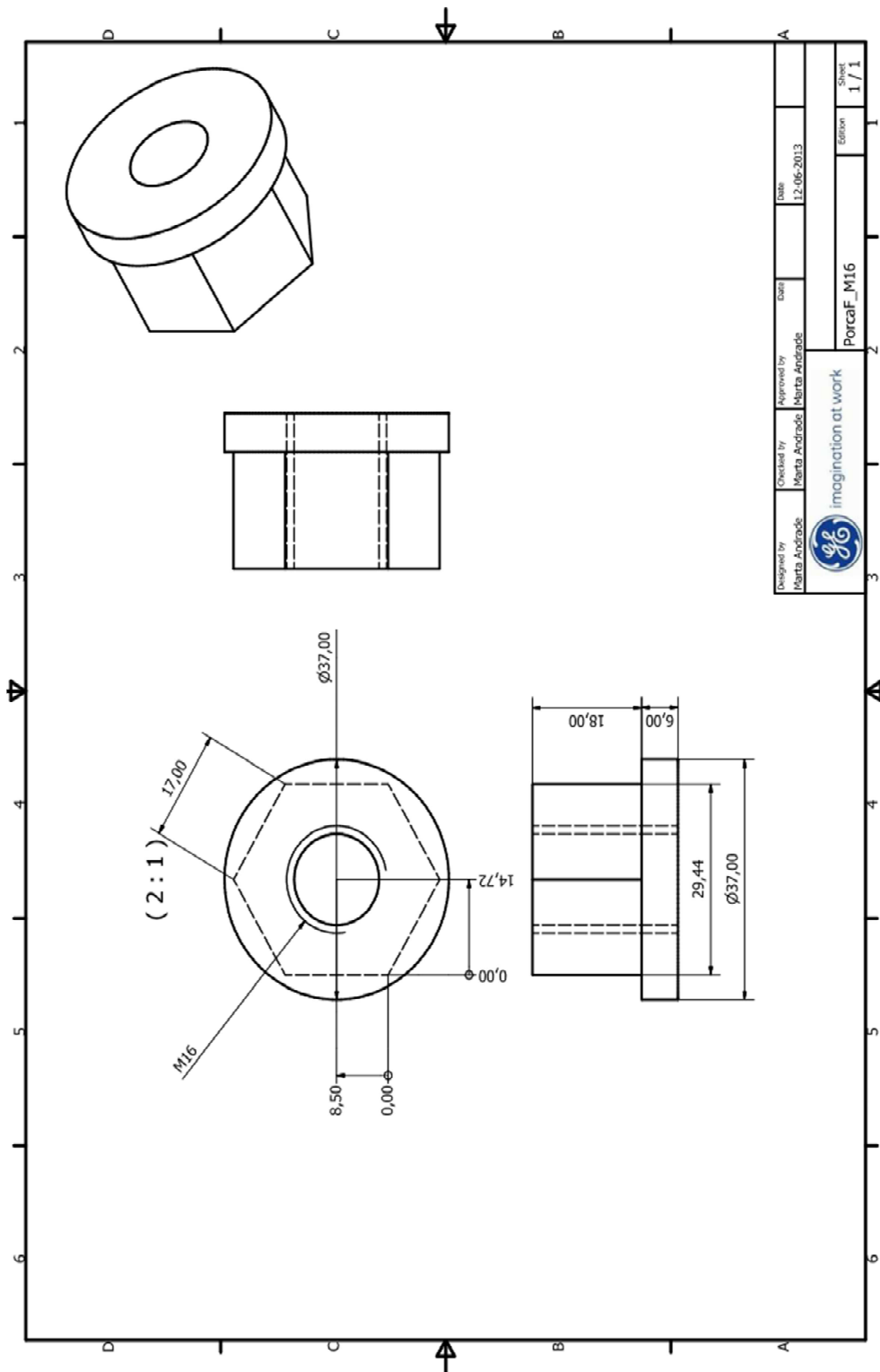


Figura 72: Desenho técnico da porca standard



ANEXO XI - DESENHO TÉCNICO DA PEGA, BLOCOS PADRÃO E SUPORTE

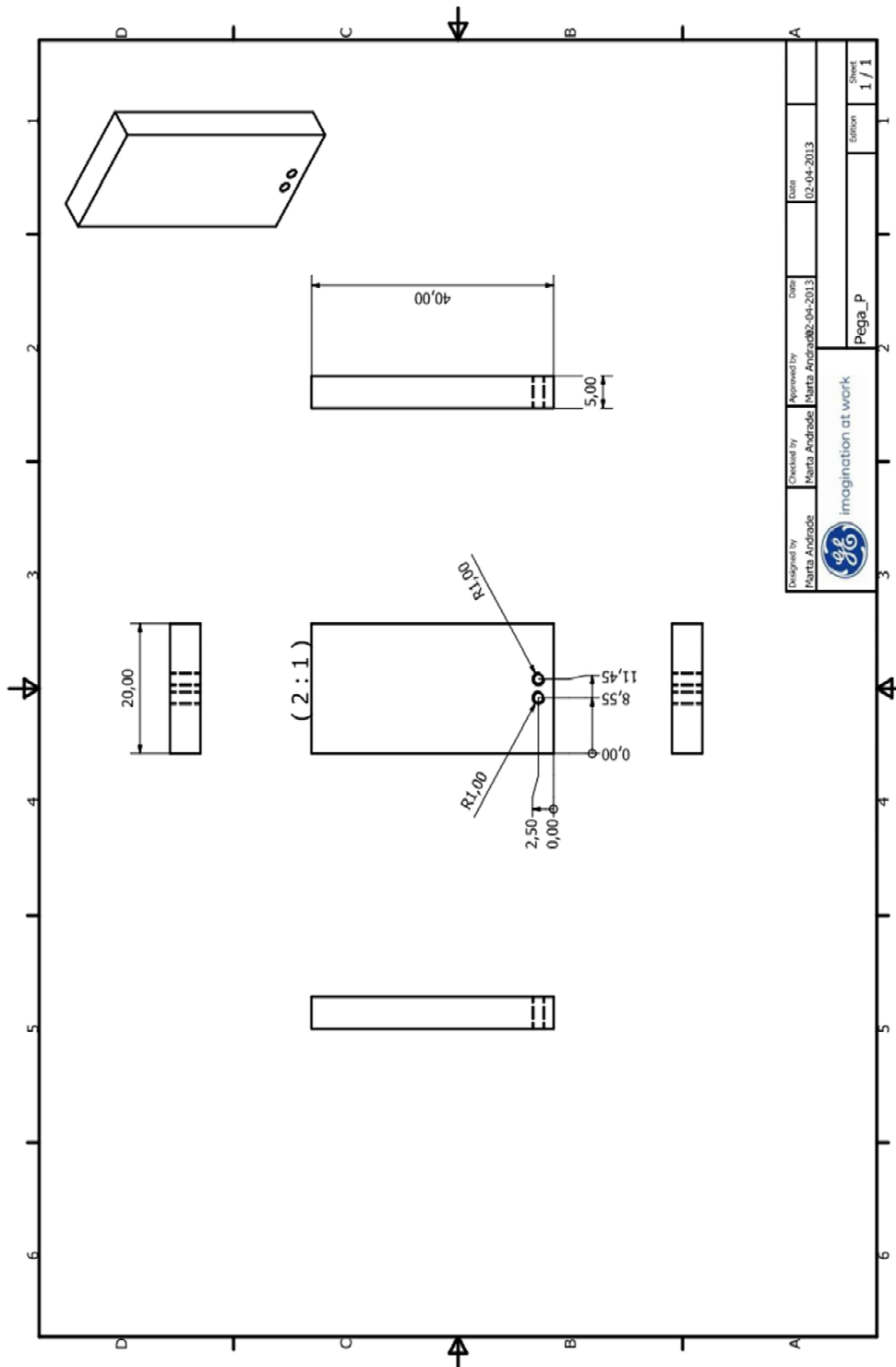
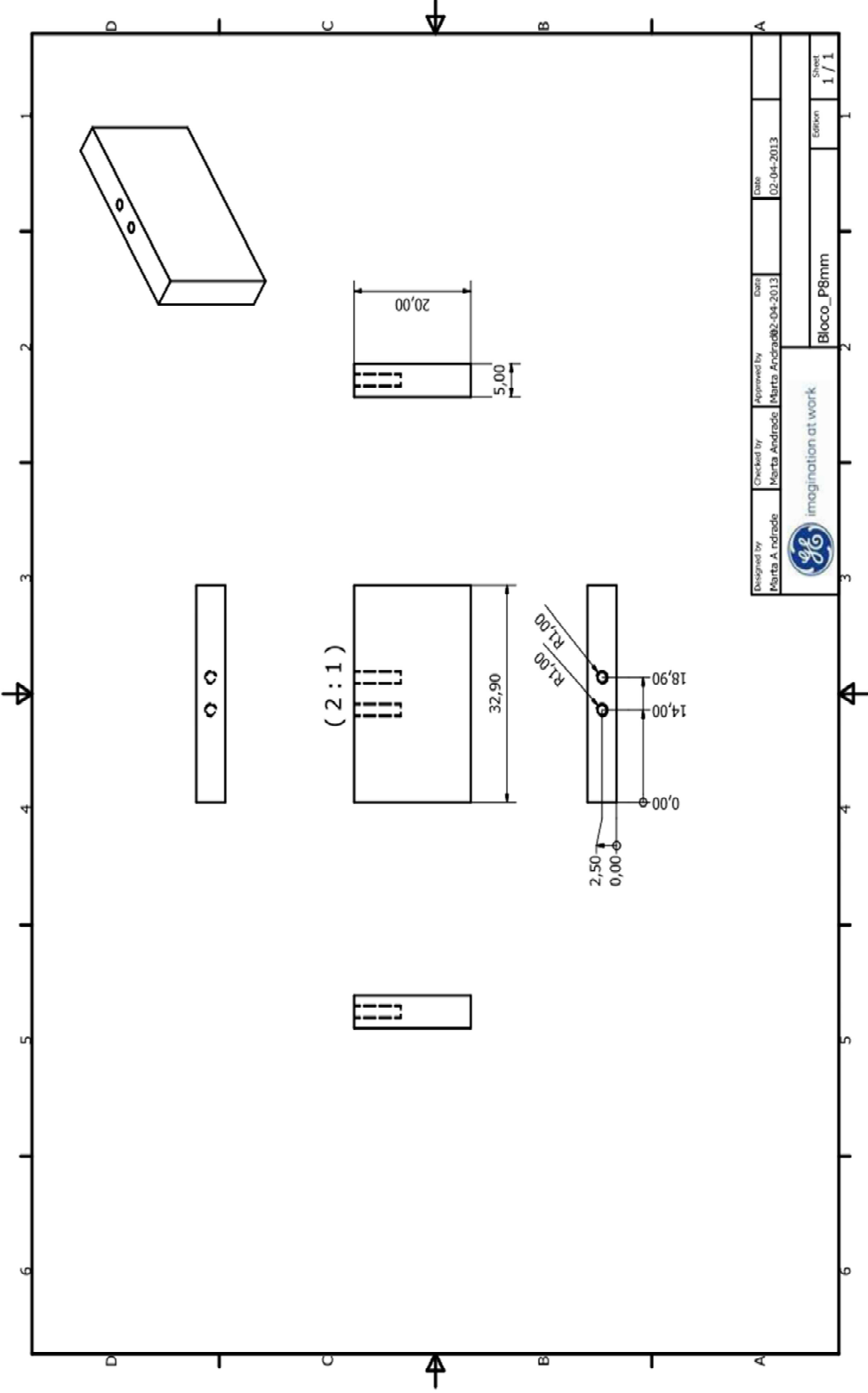


Figura 73: Desenho técnico da pega dos blocos padrão



Designed by Marta Andrade	Checked by Marta Andrade	Approved by Marta Andrade	Date 02-04-2013	Date 02-04-2013	Sheet 1 / 1
imagination at work					Block_P8mm
Edition					1 / 1

Figura 74: Desenho técnico do bloco padrão de 8mm

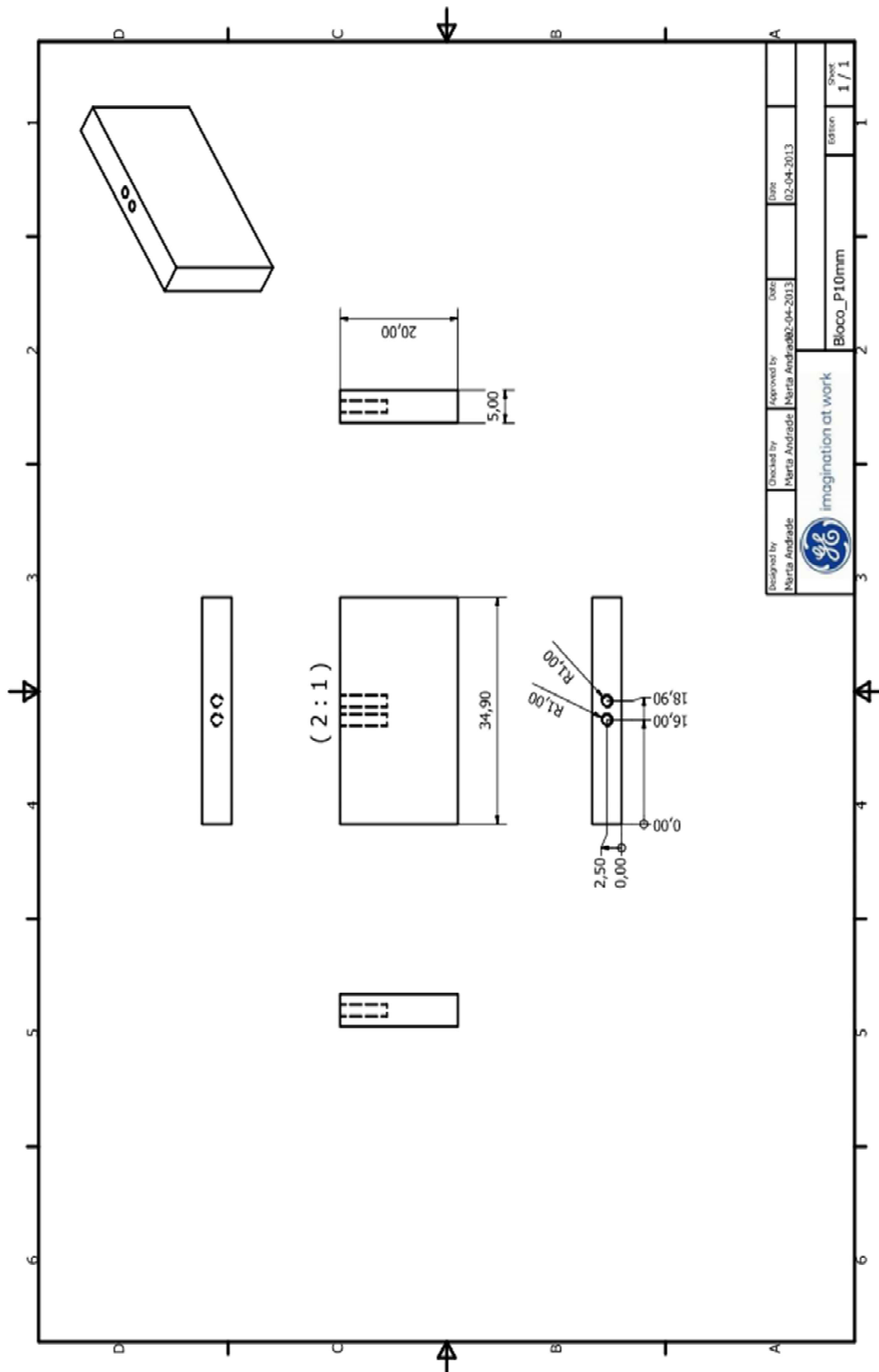


Figura 75: Desenho técnico do bloco padrão de 10mm

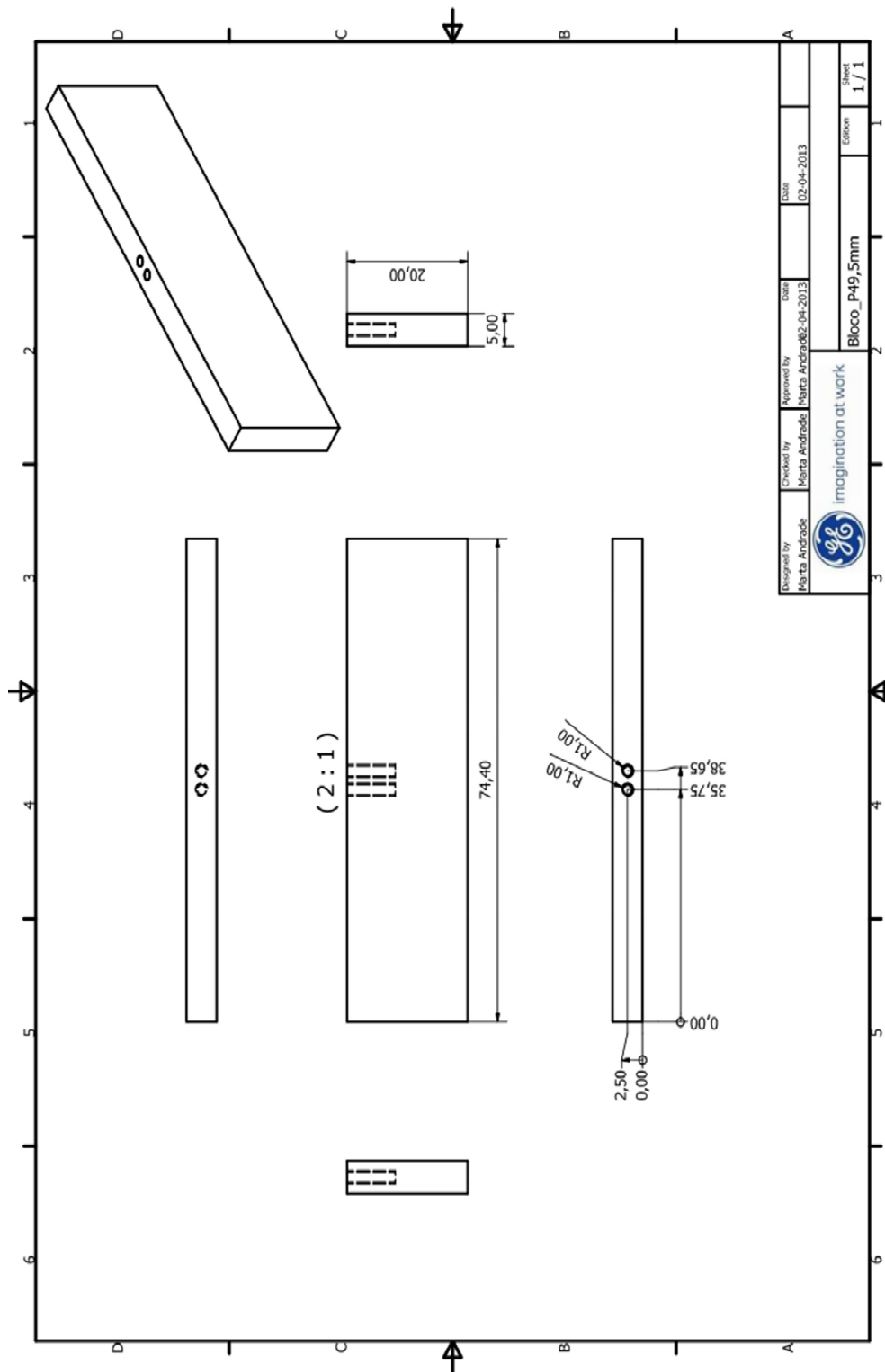
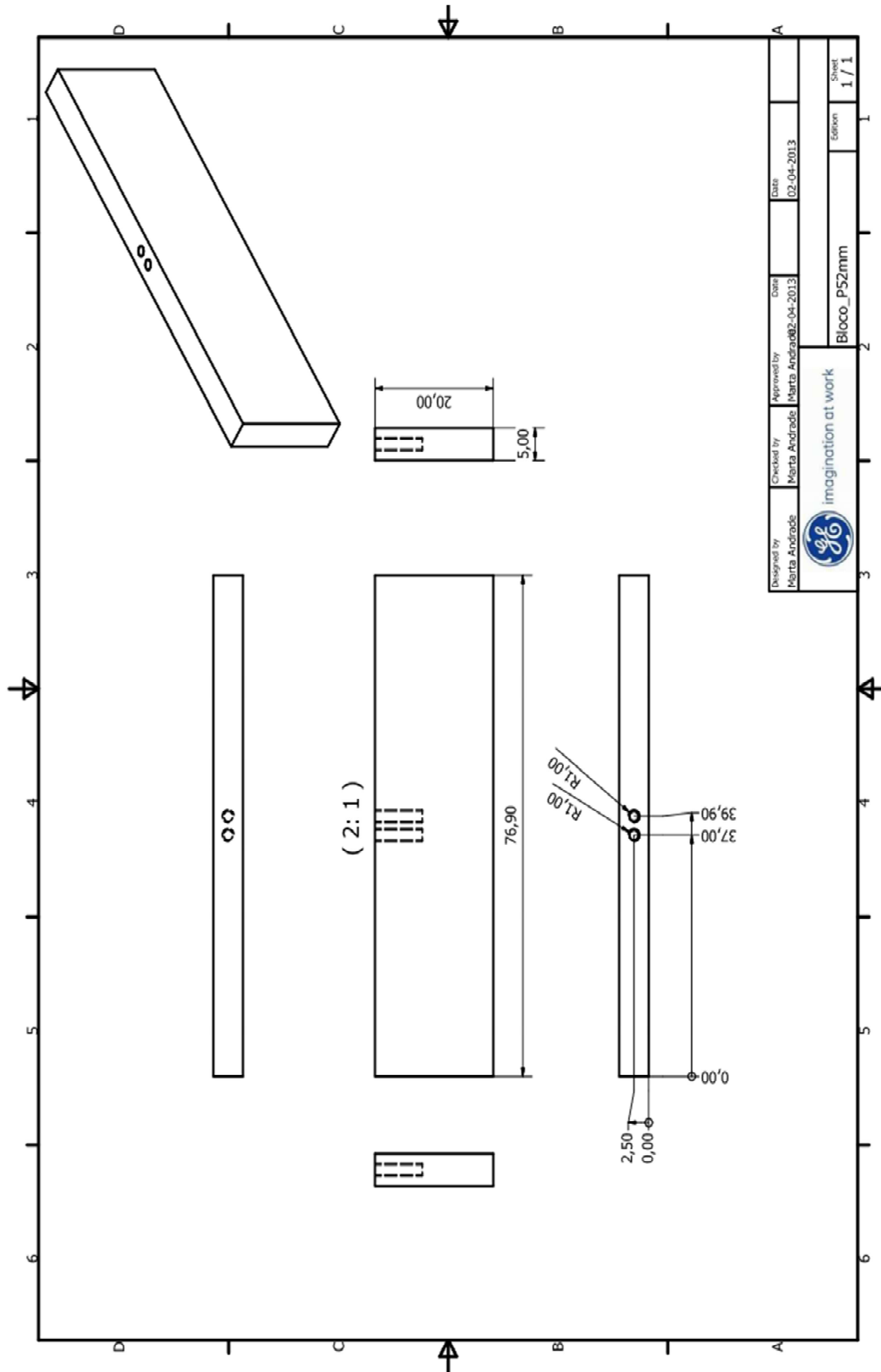


Figura 76: Desenho técnico do bloco padrão de 49,5mm



Designed by Marta Andrade	Checked by Marta Andrade	Approved by Marta Andrade	Date 02-04-2013
imagination at work			Date 02-04-2013
B loco_p52mm			Sheet 1 / 1

Figura 77: Desenho técnico do bloco padrão de 52mm

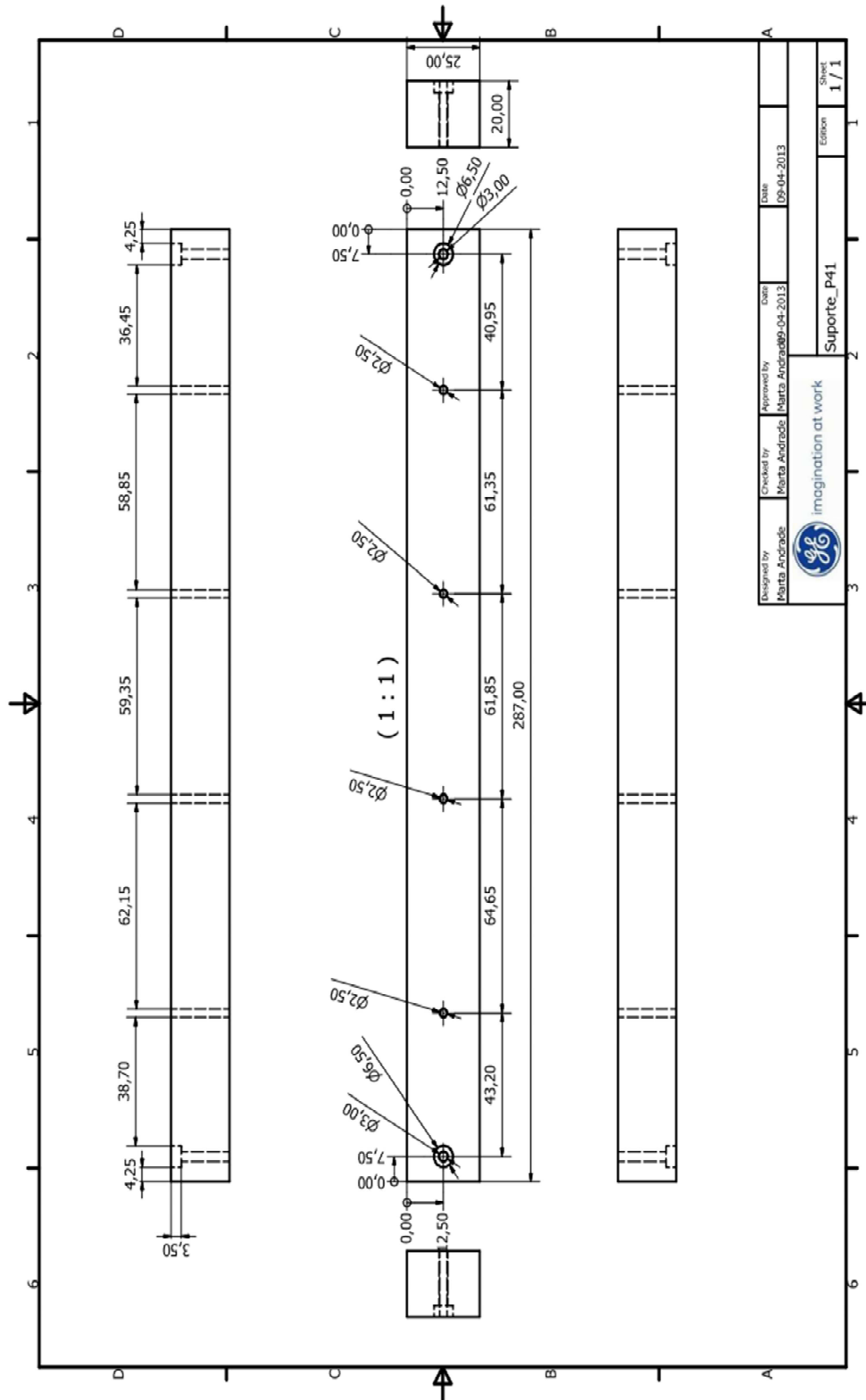


Figura 78: Desenho técnico do suporte dos blocos padrão da PMAU 41



ANEXO XII - DESENHOS TÉCNICOS DOS CALÇOS DA PMAU 41

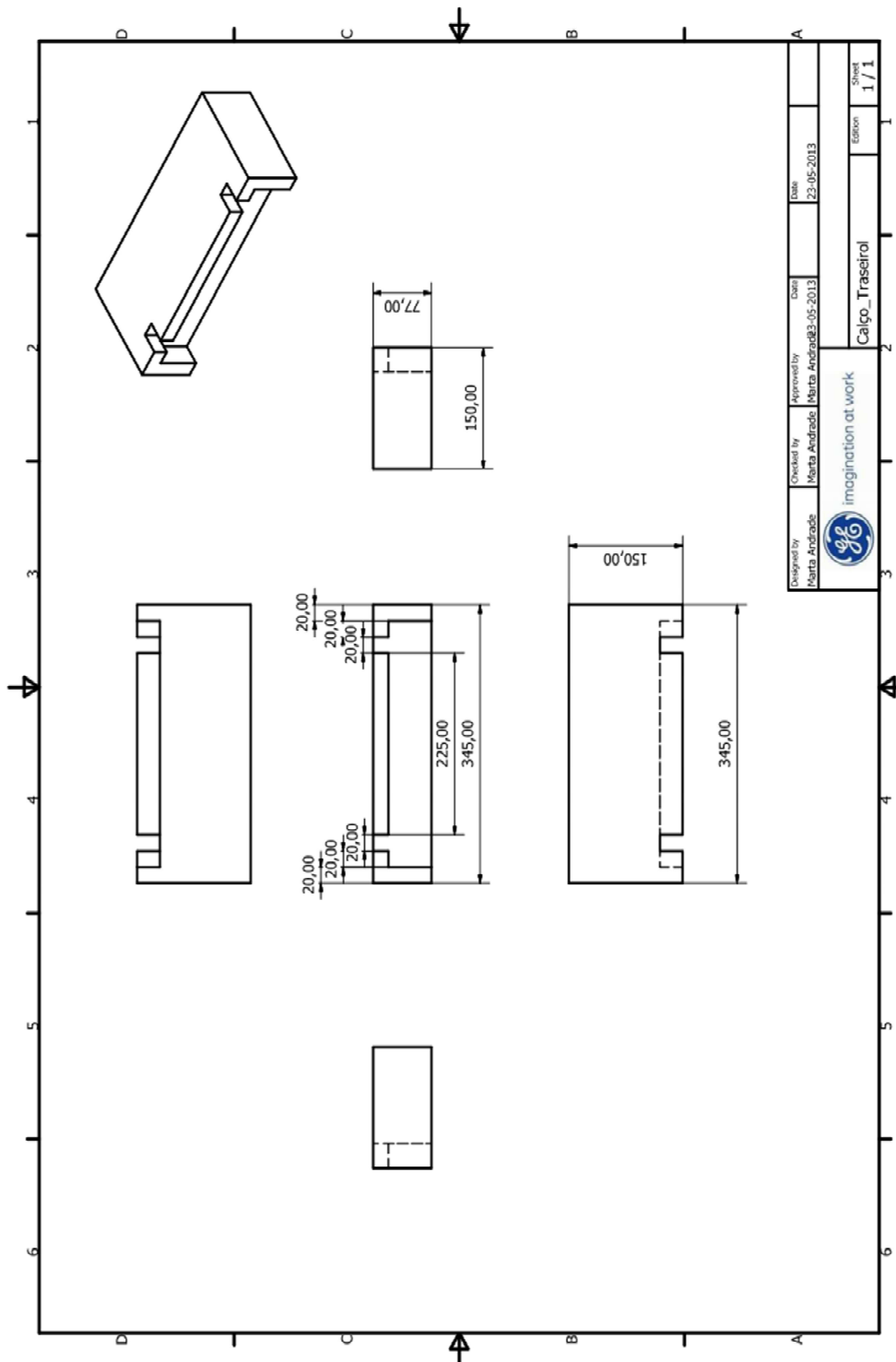


Figura 79: Desenho técnico do calço traseiro

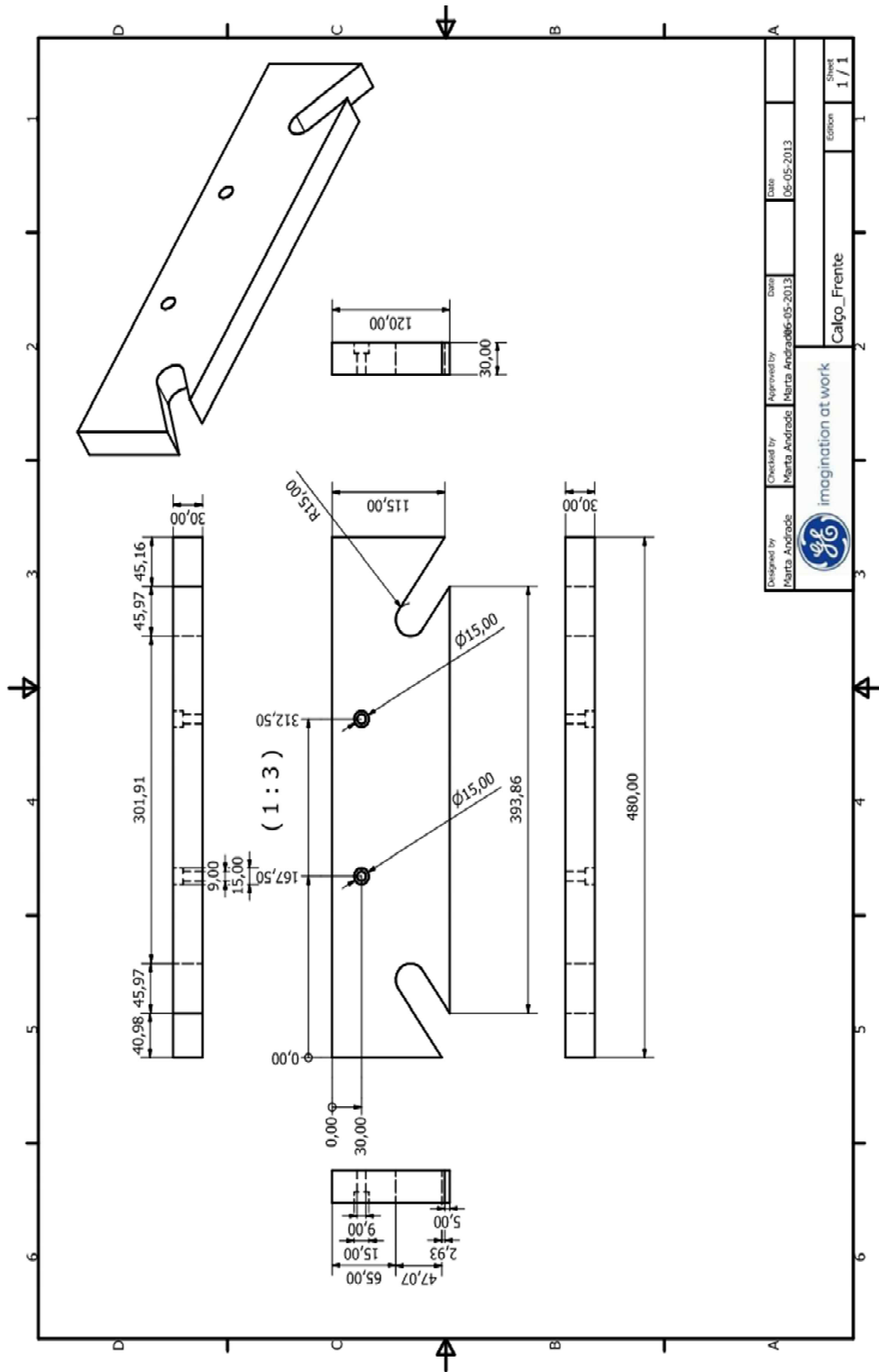


Figura 80: Desenho técnico do calço da frente

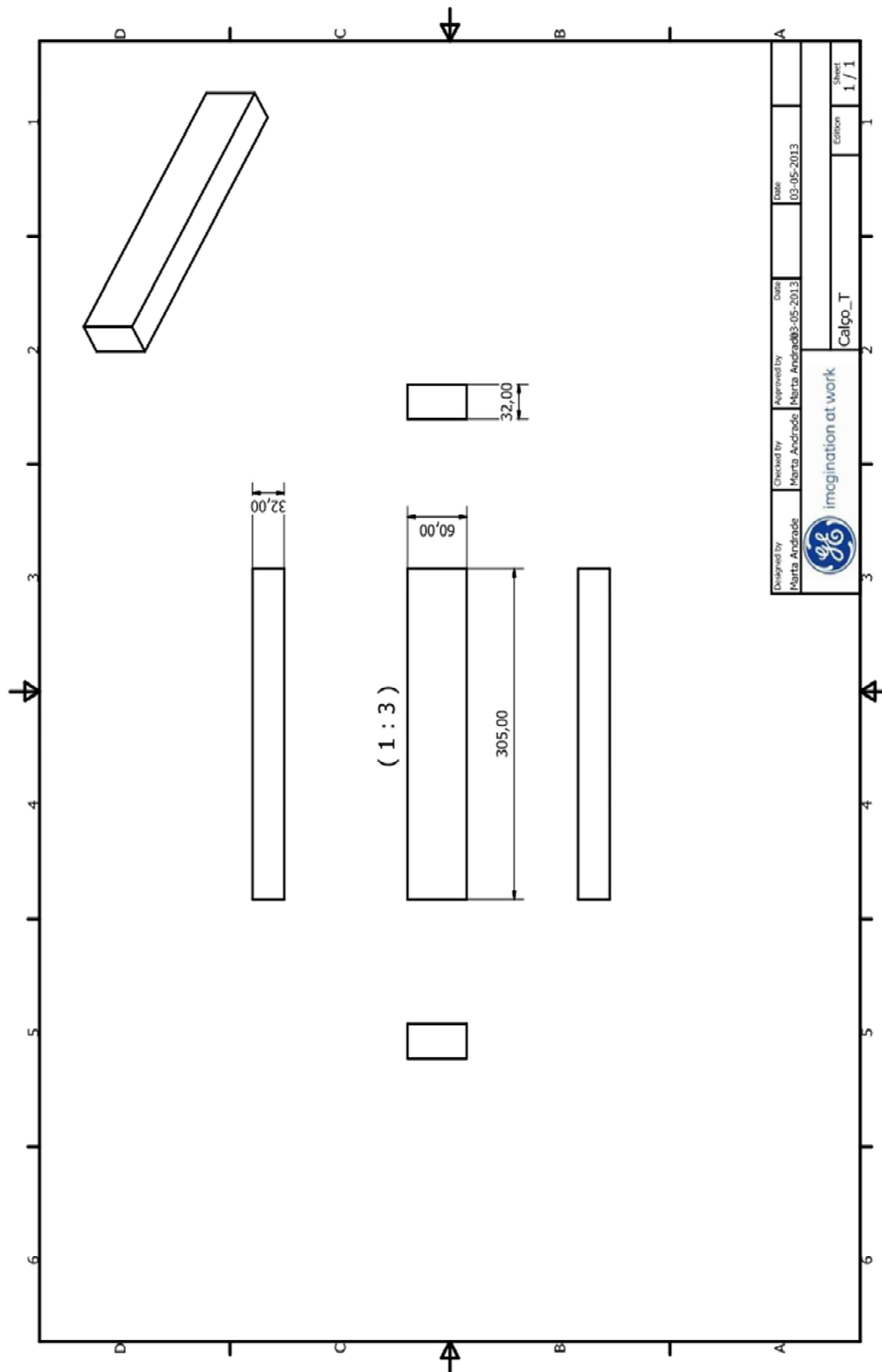


Figura 81: Desenho técnico do calço de trás simples



ANEXO XIII - STANDARD WORK COMBINATION SHEET DA MUDANÇA DE FERRAMENTA

Standard Work Combination Sheet				
Nº	Operação	Op. Interna/Eterna	Tempo	
			Manual	Transporte
1	Pedir fita ao armazém, logo que possível	Externa		
2	Substituir as folhas: Auto Controle, Instrução de Trabalho e Instrução de Controle	Externa		
3	Colocar a fita no desenrolador para o novo cunho	Externa		
4	Ir buscar o carro de transporte	Externa		
5	Pegar o novo cunho	Externa		
6	Transportar o cunho até à prensa	Externa		
7	Desapertar e tirar o cabeçote	Interna	00:00:40	
8	Desapertar o cunho	Interna	00:00:30	
9	Tirar o cunho da prensa	Interna	00:01:25	
10	Rodar a mesa do carro de transporte	Interna	00:00:50	
11	Colocar o cunho na prensa	Interna	00:00:55	
12	Colocar e apertar o cabeçote e cunho	Interna	00:01:26	
13	Regular a abertura e fecho do cunho	Interna	00:02:00	
14	Afinar o passo	Interna	00:00:32	
15	Introduzir a fita no cunho	Interna	00:00:40	
16	Fazer avanço manual até sair a 1ª peça	Interna	00:00:16	
17	Verificar a peça	Interna	00:00:12	
18	Ajustar se necessário a alimentação e cabeçote da prensa, até a peça se encontrar dentro das cotas pretendidas	Interna	00:01:00	
19	Transportar e arrumar o cunho na estante	Externa		
20	Arrumar o carro de transporte	Externa		
			00:10:26	00:00:00

Figura 82: Standard Work Combination Sheet, após implementação de propostas



ANEXO XIV - CÁLCULO DO KANBAN

Tabela 34: Cálculo do Kanban

Código SAP	Pensar ou Bihier?	Descrição	Valor Unitário	Peso Peça (g)	Média Consumo Mensal	Média Consumo Diário	Lead Time Metas	Lead Time Subcont.	Lote	Ponto de Reposição	Capacidade Peças	Número de Peças	Nº Contador Ajustado	Quantidade Contador	Quantidade Contador Ajustada	Lote Ajustado	Valor Wip
40139922	P	PZL 0003	0,01 €	0,91	202.087	9.186	1	4	92000	6889	16484	6	6	15333	15000	90000	559,00 €
40163061	P	PFQ 315	0,01 €	0,59	35.829	1.629	1	4	24673	1221	25424	1	1	24673	24500	24500	161,70 €
40139980	B	PKM 125	0,02 €	1,38	35.309	1.605	2	0	48389	481	10870	4	5	9678	9500	47500	1.068,75 €
40139909		PFZ 330	0,01 €	0,7	35.309	1.605	1	0	5056	241	21429	0	1	5056	5000	5000	54,00 €
40177346	P	PSQ 1003	0,09 €	2,51	32.602	1.482	1	2	13560	667	5976	2	3	4520	4500	13500	1.151,55 €
40139981	B	PKM 1125	0,03 €	2,32	28.577	1.299	2	0	39163	390	6466	6	7	5595	5500	38500	1.016,40 €
40139908	P	PFZ 200	0,01 €	1,25	28.577	1.299	1	2	11885	585	12000	1	1	11885	12000	12000	75,60 €
40177347	P	PSQ 1001	0,07 €	2,51	26.889	1.213	1	2	11100	546	5976	2	2	5550	5500	11000	761,20 €
40139918	P	PSG 15	0,01 €	1,17	25.162	1.144	1	0	3603	172	12821	0	1	3603	3500	3500	19,25 €
40140037		PFZ 313	0,01 €	0,42	17.746	807	1	0	12220	121	35714	0	1	12220	12000	12000	138,00 €
40139972	B	PTI 111	0,03 €	1,18	17.633	801	2	0	24165	240	12712	2	2	12082	12000	24000	794,40 €
40139919	P	PSG 4000	0,01 €	1,91	14.882	676	1	0	2131	101	7853	0	1	2131	2000	2000	17,40 €
40155340	P	PLP 1006	0,18 €	2,45	14.673	667	1	0	2101	100	6122	0	1	2101	2000	2000	355,00 €
40177344	P	PSQ 1011	0,12 €	2,37	14.673	667	1	0	2101	100	6329	0	1	2101	2000	2000	248,00 €
40139953	P	PSW 201	0,04 €	24,7	14.288	649	1	0	2046	97	607	3	4	511	500	2000	84,60 €
40154918	P	PLP 1004	0,22 €	4,74	13.896	632	1	0	1990	95	3165	1	1	1990	2000	2000	431,00 €
40139936	P	PSQ 1021	0,15 €	2,31	13.896	632	1	0	1990	95	6494	0	1	1990	2000	2000	308,20 €
40177343	P	PSQ 1015	0,07 €	1,96	13.495	613	1	0	1932	92	7653	0	1	1932	2000	2000	138,20 €
40139978	B	PKB 201	0,06 €	0,41	12.909	587	2	0	17691	176	36585	0	1	17691	17500	17500	1.102,50 €
40155955	P	PLP 1005	0,25 €	4,31	12.666	576	1	0	1814	86	3480	1	1	1814	2000	2000	490,80 €
40154917	P	PLP 1003	0,23 €	3,71	12.413	564	1	0	1777	85	4043	0	1	1777	2000	2000	459,00 €
40177342	P	PSQ 1019	0,06 €	1,63	12.413	564	1	0	1777	85	9202	0	1	1777	2000	2000	122,00 €



ANEXO XV- INSTRUÇÃO DE TRABALHO DO KANBAN

g

GE Power Controls Portugal Unipessoal Lda

Uma Equipa Comprometida com o Sucesso do Cliente







IT DM	250/0	INSTRUÇÃO DE TRABALHO										
Pág.	1/2	Departamento: METAIS										
Peça/Produto:		Kanban	Cód. SAP: Kanban									
Designação: Utilização do Kanban												
EHS: Uso obrigatório de: Óculos e Calçado de Proteção												
												
1	Os contentores referentes as peças metálicas estão devidamente identificados com etiquetas, onde consta o código SAP, a descrição, a respetiva fotografia e a quantidade de peças a colocar no contentor.	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>SAP:</td> <td>40139980</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Descrição:</td> <td>PKM 125</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; font-size: 24pt;">9500</td> </tr> </table>		SAP:	40139980		Descrição:	PKM 125		9500		
SAP:	40139980											
Descrição:	PKM 125											
9500												
2	O operário que abastece as áreas de montagem deve retirar sempre as peças dos contentores nas prateleiras superiores da estante. Se o contentor ficar vazio, este deverá ser colocado na estante na posição inversa.											

Figura 83: Instrução de trabalho do kanban 1/2

g

GE Power Controls Portugal Unipessoal Lda

Uma Equipa Comprometida com o Sucesso do Cliente





IT DM	250/0	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	
Pág.	2/2		
		Departamento:	METAIS
Peça/Produto:		Kanban	Cód. SAP: Kanban
Designação: Utilização do Kanban			
3	Quando o operário que retira as peças do contentor, alcança o ponto de reposição dessa peça (o ponto de reposição (RP) consta no cartão kanban) deverá colocar o cartão kanban no seu suporte. Este suporte deverá ser preenchido de cima para baixo.		
4	O operário responsável pelas ordens de produção, ao ver o cartão kanban no seu suporte , deverá dar a ordem de produção dessa mesma peça. De seguida o cartão kanban deve acompanhar o respetivo contentor até a máquina onde a peça vai ser produzida.		
5	Após a produção da totalidade do lote, o operário deverá pesar as peças e colocar o contentor no local apropriado para a inspeção da qualidade. O cartão kanban segue com o contentor e apenas após a inspeção de qualidade este volta juntamente com o contentor para a estante.		
6	O cartão kanban deverá ser colocado sempre no contentor na posição mais alta da estante.		

Figura 84: Instrução de trabalho do kanban 2/2



ANEXO XVI - DESENHOS TÉCNICOS DOS SUPORTES

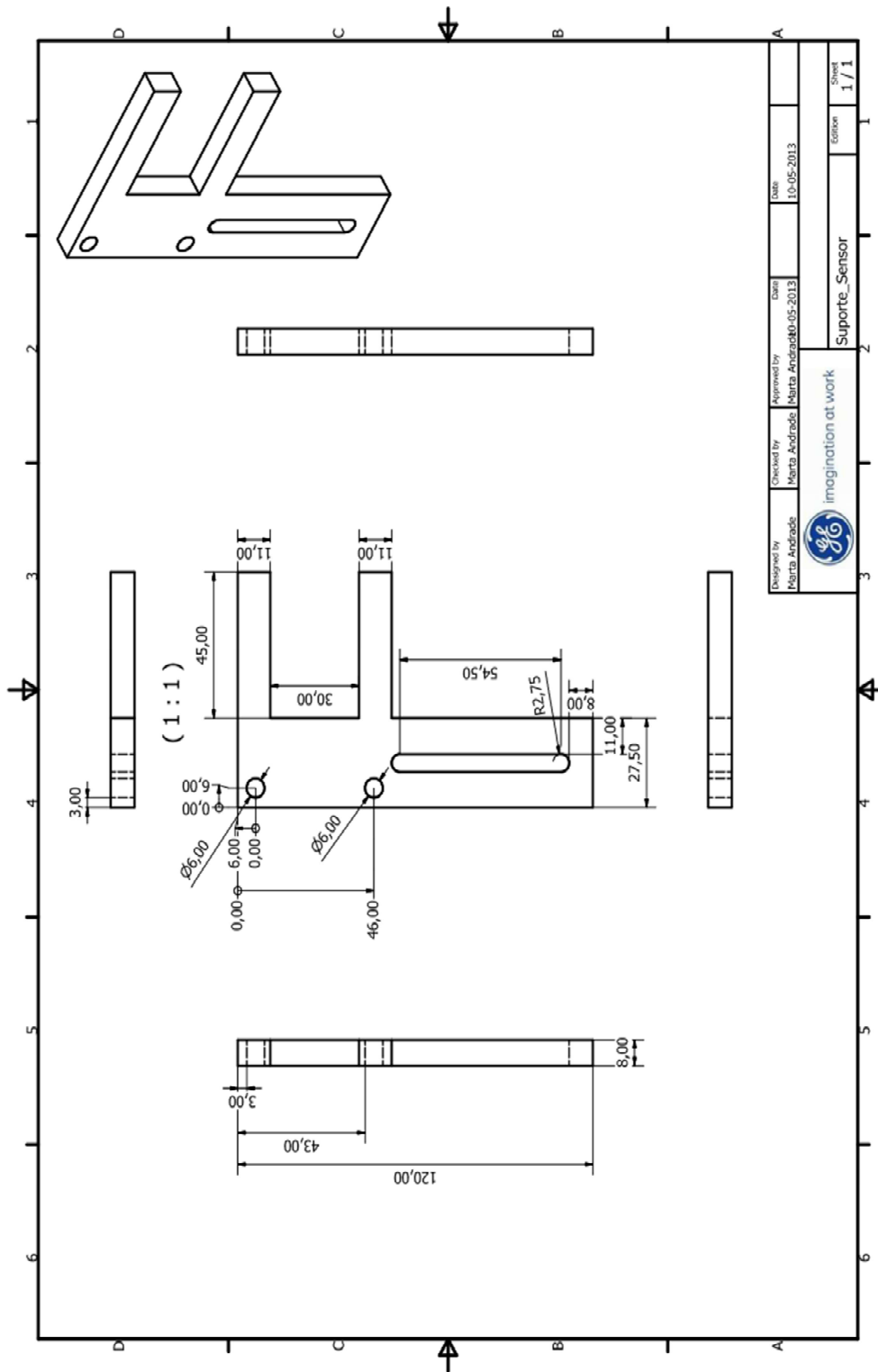


Figura 85: Desenho técnico do suporte do sensor

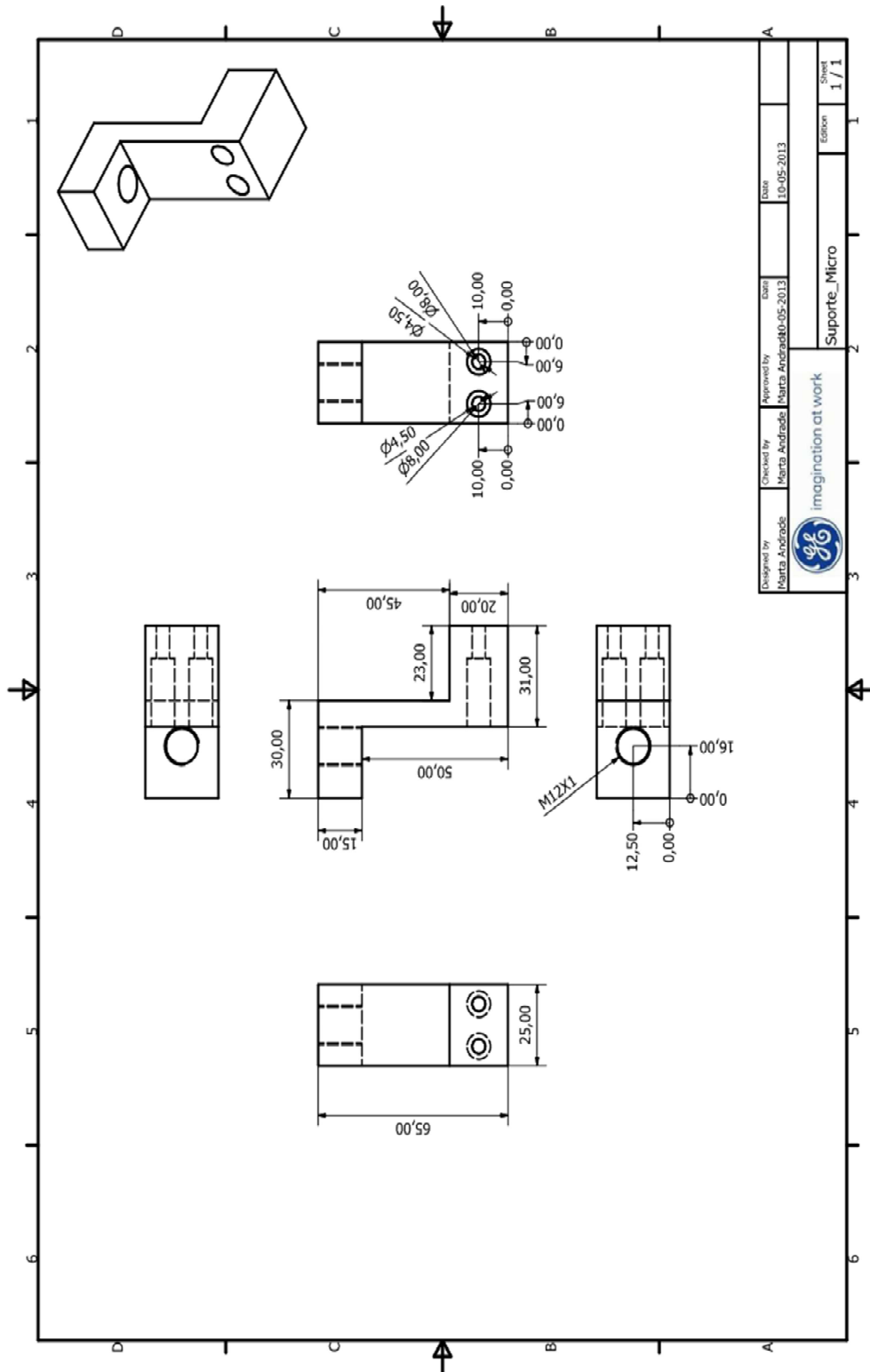


Figura 86: Desenho técnico do suporte do micro



ANEXO XVII - INSTRUÇÕES DA BALANÇA

Instruções_Balança

1. Peso Unitário da Peça

Introduzir o Peso Unitário da peça:

- Zerar a balança, carregando na tecla ZERO
- Introduzir o Peso Unitário
- Carregar na tecla U.WEIGHT

Determinar o Peso Unitário da peça:

- Zerar a balança, carregando na tecla ZERO
- Colocar uma quantidade exata de peças na balança
- Após o ecrã do peso (Weight) estabilizar, introduzir a quantidade de peças
- Carregar a tecla SMPL

**O número de peças aparecerá no visor "Count" (Quantidade) e o peso percentual aparecerá no visor "Unit Weight" (Peso Unitário)*

2. Tara

Introduzir a Tara:

- Remover todos os artigos da balança
- Zerar a balança, carregando na tecla ZERO
- Introduzir o valor da Tara, com o teclado
- Carregar na tecla ZERO para armazenar o valor da Tara

O valor apresentado terá um valor negativo, igual ao do valor da Tara

- Colocar o contentor com as peças na balança

Determinar a Tara do contentor:

- Zerar a balança, carregando na tecla ZERO
- Colocar o contentor sobre a balança
- Carregar na tecla TARE

Figura 87: Instruções da balança



ANEXO XVIII - ANÁLISE ABC DAS PEÇAS PRODUZIDAS NAS BIHLER'S

Tabela 35: Análise ABC das peças produzidas nas Bihler's


Material	Descrição	Consumo Anual	Média Consumo Mensal	% Quantidade	Posição na estante
40139980	PKM 125	423.702	35.309	29,22%	3.1
40139981	PKM 1125	342.918	28.577	23,65%	3.2
40139972	PTI 111	211.590	17.633	14,59%	3.3
40139978	PKB 201	154.904	12.909	10,68%	4.1
40139961	PTI 200	122.742	10.229	8,46%	4.2
40139977	PKB 23	71.170	5.931	4,91%	4.3
40139976	PKB 22	40.971	3.414	2,83%	4.3
40139962	PTI 300	30.742	2.562	2,12%	5.1
40139973	PTI 112	18.492	1.541	1,28%	5.2
40177176	PKM 201	15.760	1.313	1,09%	5.3
40140045	PKM 220	5.380	448	0,37%	6.1
40140046	PKM 221	5.380	448	0,37%	6.2
40139913	PKM 217	2.600	217	0,18%	6.3
40139975	PTI 114	1.670	139	0,12%	3.3
40139963	PTI 400	1.420	118	0,10%	2.1
40139960	PTI 110	460	38	0,03%	3.3
40139974	PTI 113	250	21	0,02%	3.3



ANEXO XIX- POSTER COM A ORDEM DE OPERAÇÕES NA MUDANÇA DE FERRAMENTA

VAIS TROCAR O CUNHO?

Segue os passos...



Nº	Operação	Op. Internas/ Externas
1	Pedir fita ao armazém, logo que possível	E
2	Substituir as folhas: Auto Controlo, Instrução de Trabalho e Instrução de Controlo	E
3	Colocar a fita no desenrolador para o novo cunho	E
4	Ir buscar o carro de transporte	E
5	Pegar o novo cunho	E
6	Transportar o cunho até à prensa	E
7	Desapertar o cunho	I
8	Desapertar e tirar o cabeçote	I
9	Tirar o cunho da prensa	I
10	Rodar a mesa do carro de transporte	I
11	Colocar cunho na prensa	I
12	Colocar e apertar o cabeçote e cunho	I
13	Regular a abertura e fecho do cunho	I
14	Afinar o passo	I
15	Introduzir a fita no cunho	I
16	Fazer avanço manual até sair a 1ª peça	I
17	Verificar a peça	I
18	Ajustar se necessário a alimentação e cabeçote da prensa, até a peça se encontrar dentro das cotas pretendidas	I
19	Transportar e arrumar o cunho na estante	E
20	Arrumar o carro de transporte	E

Prensa a trabalhar!!!

Prensa a trabalhar!!!

Figura 88: Poster com a ordem de operações na mudança de ferramenta

ANEXO XX- CÁLCULO DO OEE DA PMAU 41, APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS

Tabela 36: OEE da PMAU 41, após implementação das propostas

OEE- Overall Equipment Effectiveness

PMAU 41

OEE=Disponibilidade*Velocidade*Qualidade

	Taxa de Prod Ideal (peças/min)	Taxa de Prod Ideal (peças/dia)	Taxa de Prod Ideal (peças/seg)	Tempo de Ciclo (seg)
PSQ 1001	60	24000	1,00	1
PSQ 1003	60	24000	1,00	1
PSQ 1005	80	32000	1,33	0,75
PSQ 1011	80	32000	1,33	0,75
PSQ 1013	80	32000	1,33	0,75
PSQ 1015	50	20000	0,83	1,2
PSQ 1018	50	20000	0,83	1,2
PSQ 1019	50	20000	0,83	1,2
PSQ 1020	80	32000	1,33	0,75
PSQ 1021	50	20000	0,83	1,2
	64	25600		0,98

	minutos	segundos		
Tempo do turno	480	28800		
Tempo de Abertura	400	24000		
Tempo de Funcionamento	370	22200		
Tempo Líquido de Funcionamento	360			
Tempo produtivo	358			
Paragens Planeadas	80		Disponibilidade	93%
Paragens não Planeadas	30		Velocidade	34%
Perdas de Velocidade	10		Qualidade	99%
Perdas de Qualidade	2		OEE	31%
Peças produzidas	7720			
Peças Ñ OK	45			
Peças OK	7675			

