



Verónica Sofia de Brito Galego
Licenciatura em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

**Estudo e implementação da
metodologia SMED-Up na empresa
Britefil, S.A.**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Prof. Doutor José Martin Miquel Cabeças, Professor
Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade
Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Virginia Helena Arimateia de Campos Machado,
Prof^a Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova
de Lisboa.

Arguente: Prof. Doutora Alexandra Maria Baptista Ramos Tenera, Prof^a
Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de
Lisboa

Vogal: Prof. Doutor José Martin Miquel Cabeças, Prof. Auxiliar da
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa,
orientador

Verónica Sofia de Brito Galego
Licenciatura em Ciências da Engenharia e Gestão
Industrial

**Estudo e implementação da
metodologia SMED-Up na empresa
Britefil, S.A.**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Prof. Doutor José Martin Miquel Cabeças, Professor
Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade
Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado,
Prof^a Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade
Nova de Lisboa.

Arguente: Prof. Doutora Alexandra Maria Baptista Ramos Tenera, Prof^a
Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de
Lisboa

Vogal: Prof. Doutor José Martin Miquel Cabeças, Prof. Auxiliar da
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa,
orientador

Copyright

Estudo e implementação do SMED-UP na empresa Britefil, S.A.

Copyright©: Verónica Sofia de Brito Galego, Universidade Nova de Lisboa- Faculdade de Ciências e Tecnologia

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido o que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Sinceros agradecimentos ao Professor Dr. José Martin Miguel Cabeças, pela dedicação, compreensão e empenho demonstrados ao longo desta Dissertação.

Dedico esta obra à minha família, em especial, aos meus avós maternos e paternos, aos meus pais e à minha irmã pelo companheirismo, apoio e valores transmitidos durante este percurso.

Agradeço também ao fundador da empresa Britefil, S.A, José de Brito Júnior, pela oportunidade, pelo apoio e compreensão demonstrada. Obrigada, Avô!

Agradeço ao Luis Baptista, por tudo.

“The education is the most powerful weapon we can use to change the world”

[Nelson Mandela]

Resumo

Na globalização dos mercados económicos, as empresas têm uma enorme necessidade de reduzir os custos produtivos e aumentar a sua produtividade face à forte concorrência dos países emergentes. É neste contexto político e económico que as empresas têm de adotar estratégias para assegurar a sua sustentabilidade e competitividade.

O paradigma *Lean Production* distingue-se no meio industrial, e tem como principal objetivo reduzir os custos e eliminar os desperdícios associados ao sector. Este paradigma é apoiado em distintas ferramentas, nomeadamente, SMED. A metodologia SMED foi criada e aplicada pela primeira vez nos finais da década de cinquenta e, desde então, tem sido largamente utilizada nos setores industriais, pois permite obter vantagens ao nível da eficiência produtiva, através da redução dos custos de produção especificamente, no tempo total de mudança de ferramenta e no tamanho dos lotes, eliminando assim os custos associados a *stock*.

A presente dissertação tem como objetivo a implementação do método proposto *Single Minute Exchange of Die- Upgrade* (SMED-Up). Esta metodologia é uma alteração ao método tradicional SMED, com o intuito de dar resposta à redução dos tempos de *Setup*, com tecnologia e métodos associados à realidade atual. Para aprovar este método, implementou-se na prensa hidráulica existente nas instalações da empresa Britefil, S.A. Fábrica Nacional de Bombas, S.A.

Com base nos resultados obtidos nas quatro fases do método SMED-Up, foram desenvolvidas soluções e avaliados os respetivos impactos, a partir dos índices de desempenho do processo. Foi possível reduzir 53,0% do tempo total de mudança de molde face à situação inicial existente na empresa.

Palavras-chave: Mudança de ferramenta; SMED; SMED-Up; Tempo de *setup*; prensa; moldes; índices de desempenho.

Abstract

In the Globalization of economic markets, the companies have a immense need for reduce production costs and increase their productivity in the face of strong competition from emerging countries. In this political and economic context, the company need to adopt strategies to ensure sustainability and competitiveness.

The Lean Production paradigm is distinguished in industry, and aims to reduce costs and eliminate waste associated to the sector. This paradigm is supported by different tools, including SMED. The SMED methodology was created and first applied in the late 50s, since then, has been widely used in industry, it allows obtain advantages in terms of production efficiency, by reducing the costs of production specifically total time change tool and the size of the batch, eliminating the costs associated with stock.

This dissertation focuses on the implementation of the proposed Single Minute Exchange of Die - Upgrade (SMED-Up) method. This methodology is a modification of traditional method SMED order to meet the setup time reduction, with technology and methods associated with the current reality was conceived. To adopt this method was implemented to power hydraulic of the company Britofil, Fábrica Nacional de Bombas, S.A.

Based on the results obtained in the four stages of SMED-Up method, solutions have been developed and evaluated the respective impacts from the process of performance indicators. Was possible to reduce 53,0% of the total time of change molds comparated to inicial situation in the company.

Keywords: Change tool; SMED; SMED-Up; Setup time; press; molds; performance indices

Índice de matérias

Capítulo 1.....	1
1 Introdução e definição de objetivos.....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 Justificação e motivação.....	2
1.3 Objetivos da dissertação.....	3
1.4 Hipótese.....	3
1.5 Limitação da investigação.....	3
1.6 Estrutura da Dissertação.....	3
Capítulo 2.....	5
2 Estado da Arte na Literatura.....	5
2.1 Introdução.....	5
2.2 Enquadramento.....	5
2.3 Panorama Mundial.....	6
2.4 <i>Lean Production</i>	8
2.4.1 Origem e evolução de <i>Lean production</i>	8
2.5 Metodologia SMED.....	15
2.5.1 Origem e evolução do SMED.....	16
2.5.2 Elaboração do SMED.....	17
2.5.3 Definição e princípios fundamentais.....	17
2.5.4 Fases de execução das operações.....	19
2.5.5 Implementação do SMED.....	22
2.5.6 Benefícios do SMED.....	23
2.5.7 Análise crítica do método SMED.....	24
Capítulo 3.....	27
3 Metodologia SMED-Up.....	27
3.1 Crítica à metodologia SMED.....	27
3.1.1 Publicações revelantes sobre o SMED.....	28
3.2 Metodologia SMED-Up.....	29
3.2.1 Definição e princípios fundamentais.....	29
3.2.2 Fases de execução do acrónimo SMED-Up.....	29

3.3	Comparação do método SMED e do método SMED-Up.....	35
Capítulo 4.....	37
4	Implementação da metodologia SMED-UP	37
4.1	Caracterização da empresa	37
4.1.1	Identificação da empresa	37
4.1.2	Evolução histórica da empresa	37
4.1.3	Missão da Britefil, S.A.	38
4.1.4	Visão da Britefil, S.A.	38
4.1.5	Estrutura organizacional.....	38
4.1.6	Mercados	39
4.1.7	Produtos.....	41
4.1.8	<i>Layout</i> Fábrica.....	42
4.1.9	Produção.....	44
4.1.10	Planeamento da produção.....	45
4.2	Implementação da metodologia SMED-Up	46
4.2.1	Fase 0 – Reconhecimento e análise do processo atual	47
4.2.2	Fase 1 - Estruturar/organizar condições no processo atual.....	63
4.2.3	Fase 2 - Otimizar as operações do processo atual	69
4.2.4	Fase 3 - Separar operações internas e externas.....	76
4.2.5	Fase 4 – converter atividades internas em externas.....	79
Capítulo 5.....	83
5	Discussão	83
5.1	Índice de desempenho do processo.....	83
5.1.1	Fase 0.....	84
5.1.2	Fase 1.....	85
5.1.3	Fase 2.....	85
5.1.4	Fase 4.....	86
5.2	Comparação dos resultados das fases das metodologias SMED-UP e SMED e benefícios.....	88
Capítulo 6.....	91
6	Conclusões.....	91
6.1	Generalidades.....	91
6.2	Resultados e Limitações	92
6.3	Desenvolvimentos Futuros	93
Referências Bibliográfia.....	95
Anexos	99

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Conceito "MUDA" simplificado por Pascal (2007)	11
Figura 2.2 - Classificação das ferramentas do <i>Lean Production</i> (Cakmakci, 2009).....	12
Figura 2.3 - Seis sigma métrica taxa de defeitos (Werkema, 2006).....	15
Figura 2.4 - Representação do tempo de <i>changeover</i> (Kumar & Abuthakeer, 2012).....	18
Figura 2.5 - Etapas básicas do processo de instalação (adaptado de Shingo, 1989).....	20
Figura 2.6 - Padronização da função de moldes (Shingo, 1985)	21
Figura 2.7 - Centragem do gabarito (Shingo, 1989)	21
Figura 2.8 - SMED: estágio conceptual e técnicas aplicáveis (Shingo, 1985).....	22
Figura 3.1 - SMED-Up estágios conceptuais e técnicas aplicadas	30
Figura 4.1 - Organigrama Britefil	39
Figura 4.2 - Nível de vendas da Britefil, S.A.....	40
Figura 4.3 - Representação geográfica dos distribuidores dos produtos Britefil	40
Figura 4.4 - Diagrama de Pareto referente à percentagem do valor das vendas de cada modelo de bomba, no ano de 2013	42
Figura 4.5 - Planta da fábrica (<i>software solidworks</i>)	43
Figura 4.6 - Planeamento da produção da Britefil,S.A.	46
Figura 4.7 - Prensa hidráulica (Penteado, 2009).....	48
Figura 4.8 - Molde acoplado à prensa.....	49
Figura 4.9 - Zona de estampagem.....	50
Figura 4.10 - Bancada de apoio à mudança de ferramenta	50
Figura 4.11 - Caixa de ferramentas desorganizada	51
Figura 4.12 - Caixa dos parafusos desorganizada.....	51
Figura 4.13 - Armário desorganizado e sem sinalização	51
Figura 4.14 - Chaves manuais utilizadas durante mudança de molde	54
Figura 4.15 - Diagrama de esparguete face às distâncias percorridas pelo técnico e operador	54
Figura 4.16 - Tempo médio das tarefas desenvolvidas pelo operador no processo atual de mudança de molde, fase 0.....	58
Figura 4.17 - Tempo médio das atividades desenvolvidas no processo de mudança de ferramenta consideradas “muda” pela presente dissertação.....	59
Figura 4.18 - Atividades desenvolvidas pelos operadores e técnico na mudança de molde na prensa.....	61

Figura 4.19 - Diagrama de Pareto das atividades envolvidas no processo de mudança de ferramenta.....	61
Figura 4.20 - Molde atual de rápida colocação na prensa	62
Figura 4.21 - Bancada de trabalho, fase 1 da metodologia SMED-Up	65
Figura 4.22 - Valor percentual do tempo médio de mudança de ferramenta, fase 1	68
Figura 4.23 - Diagrama de Pareto das atividades desenvolvidas pela equipa no processo de mudança de ferramenta na fase 1	69
Figura 4.24 - Chave de roquete implementada no processo de mudança da ferramenta.....	70
Figura 4.25 - Chaves sextavado de cabeça redonda para acoplar a chave de roquete.....	70
Figura 4.26 - Desenho do carro de apoio em <i>solidworks</i>	71
Figura 4.27 - Carro de apoio à mudança de ferramenta	71
Figura 4.28 - Parametrização dos ajustes do molde à prensa- ficha técnica, anexo VIII	71
Figura 4.29 - Documento das operações a desenvolver pelo operador 1	72
Figura 4.30 - Diagrama de Pareto face à contribuição das atividades desenvolvidas durante o processo de mudança de ferramenta, fase 2	75
Figura 5.1 - Índices de desempenho do processo de mudança de ferramenta na fase 0.....	84
Figura 5.2 - Índices de desempenho do processo de mudança de ferramenta na fase 1	85
Figura 5.3 - Índices de desempenho do processo de mudança de ferramenta, fase 2	86
Figura 5.4 - Índices de desempenho do processo de mudança de ferramenta, fase 4	87

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Filosofias de gestão e ferramentas, adaptado (Holweg, 2007)	8
Tabela 2.2 - Publicações relevantes sobre o paradigma <i>Lean</i> adaptado de Holweg (2007) desde o aparecimento do conceito até 2004.....	9
Tabela 2.3 - Publicações relevantes sobre o desenvolvimento do LP, de acordo com a autora da presente dissertação, do período de 2004 até à atualidade.	10
Tabela 2.4 - Princípios e pensamentos <i>Lean</i> (adaptado de Werkema, 2006).....	13
Tabela 2.5 - Ferramentas <i>Lean</i> (adaptado de Holweg, 2007)	14
Tabela 2.6 - Exemplo da relação entre o tempo de produção, o tamanho do lote e o rácio entre o tempo de mudança de ferramenta e o tempo de produção (adaptado Shingo, 1985). 18	
Tabela 2.7 - Melhoria das técnicas individuais e os estágios conceptuais do SMED adaptado (Shingo, 1985).....	22
Tabela 2.8 - Benefícios diretos e indiretos da metodologia SMED adaptado de Moreira & Pais (2011)	23
Tabela 3.1 - Publicações mais relevantes sobre a metodologia SMED desde o seu aparecimento até à atualidade	28
Tabela 3.2 - Técnicas associadas à organização e à limpeza	32
Tabela 3.3 - Resumo dos métodos SMED e SMED-Up face às técnicas de implementação e ao <i>changeover</i> em cada fase de execução.....	36
Tabela 4.1 - Gama de produtos existentes na empresa	41
Tabela 4.2 - Características técnicas do aço austenítico (ficha técnica dos materiais)	44
Tabela 4.3 - Relação entre o tempo de produção, o tamanho do lote e o rácio entre o tempo de mudança de ferramenta e o tempo de produção na prensa PHC 100	45
Tabela 4.4 - Planeamento do SMED-Up na prensa PHC-100-GAR	47
Tabela 4.5 - Características técnicas dos colaboradores	52
Tabela 4.6 - Caracterização das operações desenvolvidas na mudança de ferramenta.....	53
Tabela 4.7 - Etapas realizadas durante o processo de mudança de molde dos componentes 4S004A pelo componente 4S004B, e do componente 5,5S004A pelo componente 4S004B, fase 0.....	55
Tabela 4.8 - Resumo tempo médio das atividades, em segundos, de mudança dos moldes, do componente 4S004A pelo componente 4S004B, e do componente 5,5S004A pelo componente 5,5S004B, fase 0.....	59
Tabela 4.9 - Plano de implementação dos 5S	63
Tabela 4.10 - Planeamento do processo de arrumação e codificação das peças associadas aos moldes arrumadas no armário	65

Tabela 4.11 - Proposta de arrumação e codificação das ferramentas de mudança de moldes nos armários	66
Tabela 4.12 - Etapas realizadas durante o processo de mudança de molde face à produção dos componentes 4S004A, 4S004B, fase 1	67
Tabela 4.13 - Resumo do tempo médio das atividades em minutos de mudança dos moldes 4S004A, 4S004B, fase 1.....	68
Tabela 4.14 - Resumo das melhorias implementadas no processo de mudança de ferramenta, de acordo com as atividades mencionadas no diagrama de Pareto na fase 1	70
Tabela 4.15 - Solução, implementação e aplicação do problema existente face ao processo de mudança de ferramenta	70
Tabela 4.16 - Etapas realizadas durante o processo de mudança de molde face à produção dos componentes 4S004A pelo componente 5,5S004A, fase 2	73
Tabela 4.17 - Comparação das atividades otimizadas face ao tempo de mudança de ferramenta nas fases 1 e 2.....	74
Tabela 4.18 - Resumo das atividades desenvolvidas pelo operador 1 e 2 e o técnico na fase 2 do processo de mudança de ferramenta.....	75
Tabela 4.19 - Etapas realizadas durante o processo de mudança de molde face à produção dos componentes 4S004A, 5,5S004A, fase 2 (anexo X).....	77
Tabela 4.20 - Tempo associado às atividades desenvolvidas no processo de mudança de ferramenta fase 3, considerando o tipo de operação (interna ou externa)	77
Tabela 4.21 - Descrição de atividades internas e externas presentes na <i>checklist</i> (anexo XI)	78
Tabela 4.22 - Etapas realizadas durante o processo de mudança de molde face à produção dos componentes 4S004A, pelo componente 5,5S004A, fase 4	79
Tabela 4.23 - Tempo associado às atividades desenvolvidas no processo de mudança de ferramenta fase 4, considerando o tipo de operação (interna ou externa)	80
Tabela 5.1 - Resumo das etapas de instalação do caso de estudo e do genérico apresentado por Shingo	84
Tabela 5.2 - Resumo dos tempos de mudança de ferramenta das fases 0 e 1	85
Tabela 5.3 - Resumo dos tempos de mudança de ferramenta das fases 1 e 2	86
Tabela 5.4 - Resumo dos tempos de mudança de ferramenta, fase 0,1,2,4	87
Tabela 5.5 - Comparação dos índices de desempenho, em segundos, face ao processo de mudança de ferramenta, relativamente às 4 fases.	88
Tabela 5.6 - Benefícios associados à metodologia SMED e SMED-Up.....	89

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

AHP – *Analytic Hierarchy Process*

AIMMAP - Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal

CAE - Classificação Portuguesa das Atividades Económicas

CEO - *Chief Executive Officer*

COS - *Continuous Casting of Steel*

IED – *Internal Setup*

IMVP - *International Motor Vehicle Program*

JIT - *Just-In-Time*

KPI - *Key Performance Indicator*

LP - *Lean Production*

MMP - *Mixed model production*

MRP II - *Management Requirement Planning*

OED – *External Setup*

OPT - *Optimized production technology*

PME - Pequena e Média Empresa

SMED - *Single Minute Exchange of Die*

SMED-Up - *Single Minute Exchange of Die- Upgrade*

TMC - *Toyota Motors Company*

TPM - *Total Productive Maintenance*

TPS - *Toyota Production System*

TPS - *Transaction Processing System*

Capítulo 1

Introdução e definição de objetivos

1.1 Introdução

Na atualidade, o fator chave da competitividade entre empresas é a diferenciação, que pode ser alcançada através da inovação ao nível dos produtos ou dos processos produtivos. Em alguns setores do meio industrial, um dos pontos críticos do processo é a estrutura organizacional de cada setor, que influencia e determina as “regras do jogo” face à concorrência, delimitando as estratégias potenciais que a empresa pode vir a adotar e implementar. Para alcançar uma forte presença no mercado, é necessário que a organização possua uma estratégia de diferenciação ao nível dos produtos, dos processos de fabrico, do serviço prestado, da qualidade dos produtos e serviços, entre outros fatores, com o objetivo de criar uma situação favorável face ao mercado envolvente.

A empresa Britefil, S.A. Fábrica Nacional de Bombas, S.A tem uma forte concorrência, nos mercados nacional e internacional. A concorrência internacional surge dos países emergentes, que conseguem preços de produção bastante baixos, suportados por um custo de mão-de-obra mais reduzido. Para conseguir sobreviver neste tipo de mercado, a empresa tem de reduzir custos e, simultaneamente, produzir produtos com qualidade, o que só se alcança através da implementação de melhorias no seu processo produtivo. Pretendeu-se, assim, desenvolver e implementar a técnica SMED, adaptando-a da sua forma original, com a introdução de uma nova fase e a atualização das restantes fases, mediante técnicas e ferramentas atuais, de modo a minimizar os tempos de paragem de produção e assim atingir os seus objetivos. Propõe-se uma técnica que identifique melhorias na produção face ao tempo de mudança das ferramentas, flexibilidade de produção, produtividade, redução dos custos e maximização das operações.

1.2 Justificação e motivação

“Muitos processos de fabrico estão repletos de atividades supérfluas que só existem devido à configuração do processo. Se as empresas continuarem a fazer as coisas como sempre fizeram, vão ter exatamente os mesmos resultados. Se querem diferentes resultados, terão de experimentar fazer coisas diferentes, ou de maneira diferente” (Drucker, 2011).

O mercado atual caracteriza-se pela competitividade excessiva e pela procura variável, pelo que é essencial regular os tamanhos de lote, a produtividade, os custos variáveis, os desperdícios, e introduzir uma maior flexibilidade no setor. Com a introdução de novos produtos e novas tecnologias/máquinas, é indispensável ajustar as tarefas, com metodologias de trabalho, de tal modo que não exista desperdício face ao valor do produto. Este conceito de desperdício nasceu com os japoneses, numa época em que era de vital importância melhorar os processos continuamente e eliminar desperdícios, designado por “*muda*” (Grzybowska & Gajdzik, 2012). Muitas organizações apostaram neste conceito e mostraram que era uma mais-valia, vencendo assim o mercado competitivo, diminuindo o valor do produto e mantendo a qualidade.

Relativamente à evolução económica mundial, o setor da metalomecânica é aquele que apresenta uma maior sensibilidade e exhibe comportamentos intrinsecamente pró-cíclicos face à evolução da produção. Este setor distingue-se pela forte comercialização internacional e pela intensidade de exportação. Em Portugal, o setor da metalomecânica mostra uma elevada taxa de crescimento nos últimos 25 anos. É de realçar que mais de 90% são PME's-pequenas e médias empresas familiares a nível europeu (García-Caro, 2011). Mediante um estudo da AIMMAP, ocorrido em julho de 2013, “o volume de exportações de produtos e equipamentos do setor foi o terceiro mais elevado de sempre”. É de salientar que, em 2012, o volume foi cerca de 12.700 milhões de euros e o ano de 2013 promete um mínimo tão bom como o anterior. Outro dado relevante é a diversificação crescente dos mercados mais importantes e a consequente redução da dependência do país face aos clientes tradicionais. As vendas para a comunidade europeia representam 68% do total, significando 32% para os países não pertencentes à comunidade (Metal, 2013).

A motivação da presente dissertação baseou-se em promover uma técnica que identificasse melhorias na produção face ao tempo de mudança das ferramentas, à flexibilidade de produção, à produtividade, à redução dos custos e à maximização das operações. No contexto da atual dissertação, a motivação para o seu desenvolvimento foi conceber uma alteração ao método tradicional *Single Minute Exchange of Die* (SMED), com o intuito de dar resposta à redução dos tempos de Setup, de forma moderna e com tecnologia associada à

realidade atual. Para aprovar este método, implementou-se o mesmo na empresa Britefil, S.A. Fábrica Nacional de Bombas, S.A.

Britefil, S.A. é uma empresa no setor da metalomecânica, CAE 29120, com uma forte concorrência no mercado internacional. Para acompanhar o mercado envolvente, é necessário eliminar os desperdícios e reduzir custos de produção, o que origina a melhoria de processos produtivos. A empresa tem como objetivo a introdução de melhorias ao nível das troca de ferramentas, para minimizar os tempos de troca de ferramenta, podendo, assim, produzir lotes com menores dimensões.

1.3 Objetivos da dissertação

A presente dissertação tem como objetivo desenvolver e implementar a técnica SMED, adaptando-a da sua forma original, com a introdução de uma nova fase e a atualização das restantes fases, mediante técnicas e ferramentas atuais. As adaptações efetuadas provêm das críticas/sugestões de diversos autores, nomeadamente, (McIntosh, Culley & Mileham, 2000; Sugai, McIntosh & Novaski, 2007; Reach, 2004), entre outros. O intuito desta dissertação é conceber e implementar uma proposta adaptada e atual da metodologia SMED.

1.4 Hipótese

Conseguir-se-à integrar o método atualizado SMED-Up no meio científico, por forma a ser uma referência na redução do tempo de Setup em qualquer indústria.

1.5 Limitação da investigação

A presente dissertação teve limitações na investigação face à disponibilidade económica da empresa. Contudo, foi possível implementar a metodologia adaptada, denominada por SMED-Up, adquirindo soluções económicas face ao custo afim de melhorar o desempenho do sistema de mudança de ferramenta com maior produtividade.

1.6 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação será organizada com a seguinte estrutura:

- **CAPÍTULO 1** – Neste primeiro capítulo, pretende-se dar a conhecer ao leitor a justificação do tema da dissertação, indicando os objetivos a alcançar, bem como o âmbito e a metodologia associada.
- **CAPÍTULO 2** – Neste capítulo, realiza-se uma revisão literária, referindo todos os fundamentos teóricos de relevância que suportam a presente dissertação. Numa

primeira etapa, é abordado o conceito e desenvolvimento de *Lean Production*, bem como as suas ferramentas. A ferramenta que suporta a presente dissertação é a metodologia SMED, na sua forma tradicional. Esta ferramenta *Lean* é apresentada de acordo com o autor Shingo, bem como as suas fases de execução e implementação. Neste capítulo, também se discute a metodologia SMED e os seus estágios conceptuais, com base em outros autores. A metodologia SMED é suportada por 3 fases de implementação, nomeadamente, fase 0 “Não existe distinção entre as operações internas e externas”; fase 1 “Separação entre operações internas e externas”; fase 2 “Conversão de operações internas em externas” e a fase 3 “Desenvolvimento de todas as operações de *setup*”.

- **CAPÍTULO 3** – Neste capítulo, apresenta-se uma alteração à metodologia tradicional SMED, denominada pela presente dissertação SMED-Up. É uma metodologia com o mesmo conceito da metodologia tradicional, porém, aborda técnicas de implementação atuais. A implementação do SMED-Up é composta por quatro estágios conceptuais. Este capítulo caracteriza os estágios conceptuais da metodologia SMED-Up, designadas por fase 0 - Reconhecimento e análise do processo atual; fase 1- Estruturar/organizar condições no processo atual; fase 2 - Otimizar as operações do processo atual; fase 3 - Separar operações internas de externas e a fase 4 - Implementar as operações internas que passam a externas.
- **CAPÍTULO 4** – Este capítulo aborda a implementação do acrónimo SMED-Up na empresa Britefil, S.A., caracterizando-a relativamente à sua estrutura organizacional, missão, visão e mercados envolventes. É neste capítulo que se apresenta a fábrica face ao *layout*, à disposição das máquinas que incorporam a produção, à descrição do processo e aos produtos fabricados. O capítulo 4 apresenta as avaliações e soluções e os respetivos impactos face aos resultados obtidos nas quatro fases de implementação da metodologia SMED-Up, apresentada no capítulo 3.
- **CAPÍTULO 5**- Neste capítulo, abordam-se os índices de desempenho aplicados ao processo de mudança de ferramenta, nas distintas fases de execução e face aos valores teóricos apresentados pelo autor da metodologia SMED.
- **CAPÍTULO 6**- Este capítulo da presente dissertação aborda uma conclusão sobre todo o processo de mudança de ferramenta de modo teórico e prático.

Capítulo 2

Estado da Arte na Literatura

2.1 Introdução

Este capítulo tem como objetivo a exposição e descrição da origem da metodologia SMED e a sua evolução. O desenvolvimento deste capítulo passa por uma introdução histórica acerca do mundo industrial e, naturalmente, do aparecimento do conceito *Lean*. Também serão mencionadas as suas ferramentas e as vantagens adjacentes. Posteriormente, analisa-se a filosofia/conceito predominante na ferramenta SMED e toda a análise crítica existente, desde o seu aparecimento até à atualidade, por diversos autores.

2.2 Enquadramento

Velocidade é a palavra-chave para definir os mercados atuais. No contexto deste século XXI, os mercados não ficam restritos a fornecedores locais, à colocação de uma encomenda, mesmo o próprio pagamento está cada vez mais rápido, o que faz com que seja evidente a competitividade entre as empresas. Para competir no mercado envolvente, é necessário garantir flexibilidade no sistema produtivo face à diversidade de produtos, às variações da procura e ao tamanho do lote fabricado. Atualmente, as indústrias utilizam metodologias associadas à melhoria e otimização dos processos, independente do setor e dos processos de fabrico. As ferramentas para esse efeito estão inseridas no conceito *lean*. A metodologia *lean* surgiu para dar resposta à fabricação de pequenos lotes, à variação de produtos na mesma linha de produção, entre outros aspetos.

Anteriormente, a indústria automóvel tinha uma enorme dificuldade face à conceção, o sistema produtivo era inflexível e, apesar de Henry Ford ter revolucionado o processo produtivo, existiam inúmeros aspetos que necessitavam de melhoria. No âmbito do *Lean manufacturing*, a necessidade de pequenos lotes e a elevada diversidade do produto era indispensável, o desenvolvimento de uma metodologia capaz de reduzir o tempo de mudança de ferramenta era essencial (Cakmakci & Karasu, 2007). Esta filosofia de produção japonesa

focaliza-se no desperdício de tempo, utilizando uma menor área de produção, tal como materiais e recursos humanos (Perinić, Ikonić & Maričić, 2009).

No processo de melhoria contínua, a metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) foi a resposta a este problema (Shingo, 1985). Em 1985, Shingo introduziu a metodologia SMED referente aos tempos de produção, com o intuito de melhorar o fluxo do processo mediante a redução dos tempos de mudança de ferramenta (Cakmakci & Karasu, 2007).

Muitas empresas utilizam o SMED para alcançar uma redução face aos tempos de mudança de ferramenta. No setor metalomecânico, o tempo de mudança de ferramenta é inferior a 10 minutos, o que pode parecer irreal, particularmente, referindo-se a máquinas de modelagem contínua de tipo de aço (cos). Assume-se que o SMED neste setor deve ser entendido como forma de redução dos tempos de interrupção (Grzybowska & Gajdzik, 2012).

2.3 Panorama Mundial

Antes da revolução industrial, a fabricação de qualquer produto dependia exclusivamente de recursos humanos. Toda a produção era executada de um modo artesanal e manual, previsivelmente, os bens levavam mais tempo a serem fabricados e os custos de produção eram elevados. No início da revolução industrial, viviam-se tempos de mudança, a introdução de maquinaria nos setores de produção provocou um excesso de mão-de-obra, bem como a diminuição do custo unitário do produto e a aceleração do processo de fabrico. O impacto da evolução tecnológica afetou o nível económico e social em geral, com a acumulação de capital, o pensamento industrial focava-se em produzir elevadas quantidades, dando resposta à procura generalizada e excessiva de diversos produtos. É de salientar que, nesta Era da inovação, Henry Ford destacou-se ao dar início à “produção em massa” de automóveis, em meados de 1913, nos Estados Unidos da América (Mota, 2007).

A sustentabilidade deste modelo baseou-se na produção em larga escala, na organização e controlo do trabalho, bem como nas tarefas levadas a cabo por especialistas do ramo (Womack *et al.* 1992, citado por Mota, 2007). Em 1955, muitas indústrias depararam-se com a perda de competitividade por parte de empresas do mesmo nível evolutivo (Womack, 1991).

Contudo, os Japoneses mudavam as regras da industrialização, apostando na diferenciação dos processos de fabrico (Womack, 1991). Sob a liderança de Taichi Ohno, a *Toyota Motor Company* desenvolveu um sistema alternativo à produção em massa. Segundo Ohno (1997), os princípios de produção em massa não se ajustavam à difícil situação económica e ao mercado incipiente do país naquela época, citado por (Mota, 2007). Surge, assim, *Lean*

Production (Asano, 2002), um conceito organizacional que enfatiza a importância do crescimento tecnológico associado a elementos organizacionais, métodos e ferramentas (Perinić, Ikonić & Maričić, 2009). Este conceito possui muitas práticas que podem ser implementadas, com o intuito de criar valor no processo de fabrico, nomeadamente, *just-in-time* (JIT), *cellular manufacturing*, *total productive maintenance* (TPM), *single-minute exchange of die* (SMED), *mixed model production* (MMP) (Doolen & Hacker, 2005). A década de 1970 veio possibilitar o amadurecimento destas metodologias e, durante os anos de 1980, o Japão adotou estes novos paradigmas, alcançando índices de crescimento acentuado em vários setores económico, lançando o país numa época de prosperidade (Rehder, 1992, citado por Mota, 2007).

Os últimos 50 anos contribuíram para o desenvolvimento dos sistemas de produção das empresas. O grande avanço tecnológico ocorreu pela implementação de sistemas tecnológicos, sistema de informação para a indústria, automação, robótica, telecomunicações entre outros fatores que possibilitaram o planeamento e controlo eficiente das operações industriais. Segundo Eiji Toyoda, a confiança e o respeito por todos os trabalhadores é um dos princípios fundamentais subjacente a toda a filosofia de gestão (Cakmakci & Karasu, 2007). Desta forma, as entidades patronais incidem na qualificação de pessoas e no desenvolvimento das suas capacidades, com o intuito de construir um elemento diferenciador e com uma maior capacidade de inovação, tornando o setor mais competitivo.

Nos nossos dias, as empresas têm vindo a atualizar os seus sistemas operativos com filosofias de gestão, permitindo maior competitividade face ao mercado envolvente. Com a constante atualização destes sistemas, houve a introdução de novas metodologias associadas à melhoria contínua de sistemas. Holweg (2007) apresenta diversas metodologias associadas à gestão das organizações, como salienta a tabela 2.1. Considera que é necessário existir um compromisso substancial em toda a organização, a fim de alcançar uma boa capacidade de resposta e uma redução de desperdício no sistema. Contudo, existem muitas organizações que têm problemas face à implementação destes modelos, pelo que é necessário ter em consideração o mercado, a procura e a influência relativamente à flexibilidade excessiva na obtenção de recursos.

Tabela 2.1 - Filosofias de gestão e ferramentas, adaptado (Holweg, 2007)

Ferramentas		
<i>Lean Manufature</i>	TQM (<i>Total Quality Maintenance</i>)	OPT (<i>Optimized production technology</i>)
SMED		
Kanban		
MRP	6 Sigma	MRP II
Kaizen	TPM	JIT
5S's		
Poka-Yoke		

Cada vez mais, é necessário que as empresas executem uma aplicação das ferramentas com sabedoria e conhecimento, é nesse âmbito que a presente dissertação vem desenvolver e promover programas que visem reduzir os custos e aumentar a flexibilidade e fluxo da organização.

2.4 *Lean Production*

2.4.1 *Origem e evolução de Lean production*

A metodologia evidenciou-se em meados de 1959, quando Maxcy e Siberston (1959) abordaram o tema económico, retratando a enorme luta sobre a produção à escala mediante uma curva intitulada por curva de Maxcy-Siberston e compararam o uso de mão-de-obra por veículo produzido. Siberston (1964) estudou a variabilidade de trabalho relativamente ao tamanho e às características de cada veículo, bem como à execução dos seus componentes na fábrica ou aquisição dos fornecedores (Holweg, 2007).

O paradigma *Lean Production* surge, em 1974, após a crise do petróleo e o lento crescimento económico, despertando interesse no mundo industrial. A origem do modelo “*Toyota production system*” (TPS) proveio do sucesso da sua implementação, na fábrica da Toyota, no Japão, conhecido atualmente por *Just-in-time* (JIT). Segundo Holweg (2007), o TPS é a base de toda a metodologia *Lean Production* e as restantes ferramentas surgiram depois deste sucesso. O modelo TPS surgiu quando o vice-presidente da fábrica da Toyota, Sr. Taiichi Ohno, decidiu implementar o sistema de produção utilizado pela *Ford Motor Company*, introduzindo alguns conceitos científicos. Ao desenvolver este sistema, reparou na existência de desperdícios de produção sob diversas formas, concluiu que existiam ações que não acrescentavam valor ao produto, considerou que os desperdícios vinham especialmente do *stock* de matérias-primas, do tempo de paralisação do equipamento, do espaço ocupado em

stock, do controlo do inventário, etc. O paradigma TPS tinha como base dois princípios, nomeadamente, todos os produtos vendidos eram posteriormente produzidos, e a produção realizava-se através do fluxo contínuo em cada posto de trabalho.

Estudos anteriores por Patten e Siberston (1967), Jones e Prais (1978) e Abernathy *et al.* (1983) exploraram vários meios para normalizar o fator trabalho na indústria automóvel, foram concebidos muitos estudos sobre a metodologia no consórcio *International Motor Vehicle Program* (IMVP). Como, por exemplo, o carro estandardizado e sintetizado por Abernathy *et al.*, usado para comparar o trabalho, particularmente, em relação à energia e à entrada de material de cada veículo por país (Holweg, 2007).

Womack e Jones, em 1985/86, testaram a metodologia *lean* na fábrica automóvel da Renault, mais tarde aperfeiçoada por Kradcik (1986). Por outro lado, o assistente de pesquisa da universidade de Kiro, Hauro Shimada, focou-se nos recursos e sistemas de produção. Shimada utilizou um índice de avaliação comparativa e classificou as empresas do setor automóvel como “frágil”, “robusta” e “*Buffer*”. Porém, mais tarde, alterou o conceito frágil para *lean*. O termo foi usado pela primeira vez por Krafcik, em 1988, como *Lean production*, contrastando com a produção em massa do ocidente (Holweg, 2007).

A tabela 2.2 apresenta as publicações mais relevantes deste conceito até 2004 e os autores que fizeram parte desta pesquisa, que enalteceu a economia e industrialização mundial na sua forma cronológica.

Tabela 2.2 - Publicações relevantes sobre o paradigma *Lean* adaptado de Holweg (2007) desde o aparecimento do conceito até 2004

Data	Autor	Publicações
1959	Maxcy e sibestona	Utilizam horas de trabalho por veículo para comparar os níveis de produtividade
1977	Sugimore <i>et al</i>	Publica o primeiro artigo sobre o TPS, intitulado " <i>Toyota Production System and Kanban System Materializacion of just-in-time and Respect-for-Human System</i> "
1978	Onho	Publica " <i>Toyota production system</i> "
1978	Jones e Prais	Analisa as diferenças de produtividade nas linhas de montagem, no artigo " <i>Plant size and productivity in the motor industry: some international comparisons</i> "
1981	Monden	Publica uma série de artigos sobre TPS em " <i>Industrial Engineering</i> "
1981	Shingo	Publica " <i>A study of the Toyota Production</i> "
1982	Schonberger	Publica " <i>Janese Manufaturaping Techniques</i> "
1982	Abernathy <i>et al</i>	Publica " <i>The competitive status of U.S. Auto Industry</i> " e discute a diferença entre Estados Unidos e Japão
1983	Abernathy <i>et al</i>	Publica " <i>Industrial Renaissance</i> " onde mostra e compara as produtividades internacionais
1983	Monden	Publica " <i>The Toyota Production System</i> "
1984	Hall	Publica " <i>Zero inventories</i> "
1984	Altshuler <i>et al</i>	Publicam " <i>The future of the Automobile</i> "

Data	Autor	Publicações
1986	Krafcik	Apresenta a primeira planta de referência de montagem do " <i>International Motor Vehicle Program (IMVP)</i> ", que resulta no artigo " <i>Learning from NUMMI</i> "
1990	Womack <i>et al</i>	Publica " <i>The machine that Change the World</i> " e apresenta os resultados do primeiro estudo global de uma linha de montagem
1991	Clark e Fujimoto	Publicam " <i>Product development Performance</i> "
1996	Womack e Jones	Publicam " <i>Lean Thinking</i> "
1998	Cusumano e Nobeoka	Publicam " <i>Thinking behind lean</i> "
1998	Kochan <i>et al</i>	Publicam " <i>After Lean Production</i> "
1999	Fujimoto	Publica " <i>The evolution of a Manufacture System at Toyota</i> "
2004	Liker	Publica " <i>The Toyota Way</i> "
2004	Holweg e Pil	Apresentam os resultados combinados de três fases de estudo sobre linhas de montagem " <i>The Second Century</i> "

Para contribuir para o desenvolvimento do LP, a tabela 2.3 exhibe as publicações mais relevantes desde 2004 até à atualidade, de acordo com a presente dissertação.

Tabela 2.3 - Publicações relevantes sobre o desenvolvimento do LP, de acordo com a autora da presente dissertação, do período de 2004 até à atualidade.

Data	Autor	Publicações
2004	Holweg e Pil	Publicam " <i>Linking Product Variety to Order-Fulfillment Strategies</i> "
2004	Bruun e Mefford	Implementação de LP na internet com a publicação " <i>Lean production and the internet</i> "
2007	Holweg	Publica " <i>The genealogy of Lean Manufacture</i> "
2007	Shah e Ward	Abordam a confusão e inconsciência associada à metodologia <i>lean production</i> " <i>Definig and development measures of Lean Production</i> "
2012	Holweg	Publica " <i>Lean in healthcare: the unfilled promise</i> "
2012	Vinodh e Joy	Analisa três empresas de diferentes setores e identificam os fatores críticos da metodologia " <i>Structural Equation Modelling of Lean Manufacturing practices</i> "
2012	Hosseini; Alinedari e Khademi	Concebem uma forma de medir a capacidade de implementação <i>lean production</i> nas empresas " <i>Finding a probabilistic approach to analyze Lean manufacture</i> "
2013	Saurin; Rooke; Koskela	<i>A complex systems theory perspective of lean production</i>

A filosofia *lean manufacture* apoia-se numa estratégia organizacional que adquire competitividade face ao mercado. O objetivo deste paradigma é suprimir os desperdícios, em particular a dissipação associada ao *stock* e à armazenagem, contribuindo assim para a redução dos custos do sistema produtivo. Os japoneses generalizaram esse conceito e intitularam-no de “Muda”.

A figura 2.1 apresenta o desenvolvimento de uma operação de acordo com o conceito, atividades que acrescentam valor ao produto, as que não acrescentam e o resíduo que está inserido na operação. A longo prazo, é um conceito que aduz benefícios, baseando-se nos desperdícios relativos às atividades e ao constante desenvolvimento pela melhoria contínua (Grzybowska & Gajdzik, 2012).



Figura 2.1 - Conceito "MUDA" simplificado (por Pascal (2007))

De acordo com Ohno (1988), existem sete tipos de desperdícios, nomeadamente, “ defeitos (nos produtos), excesso de produção de mercadorias, *stock* de mercadorias à espera de processamento ou consumo, processamento desnecessário, movimento desnecessário (de pessoas), transporte desnecessário (de mercadorias) e espera (dos funcionários pelo equipamento do processamento para finalizar o trabalho ou pela atividade anterior) ”. Os benefícios associados à redução de desperdícios resultam num aumento ou melhoria da flexibilidade, da qualidade, da segurança, da ergonomia, da motivação dos empregados e da capacidade de inovação, bem como da diminuição do custo, das necessidades de espaço e nas exigências de trabalho (Werkema, 2006).

Segundo Cakmakci (2009), a cultura *lean* é suportada por três conceitos agregados a um só conceito amadurecido, conforme demonstra o esquema da figura 2.2. Este conceito abarca várias ferramentas que visam a otimização dos processos produtivos. Bamber *et al.* (2000) consideram que se deve estudar aprofundadamente a ferramenta antes da aplicação/implementação do paradigma. Os autores afirmam que a transição dos processos tradicionais para a metodologia *lean* não é fácil de implementar. Mediante esta afirmação, existiu um fabricante que implementou um programa de aprendizagem desta cultura, para orientar e dar visibilidade às necessidades da produção (Scott *et al.*, 2001).

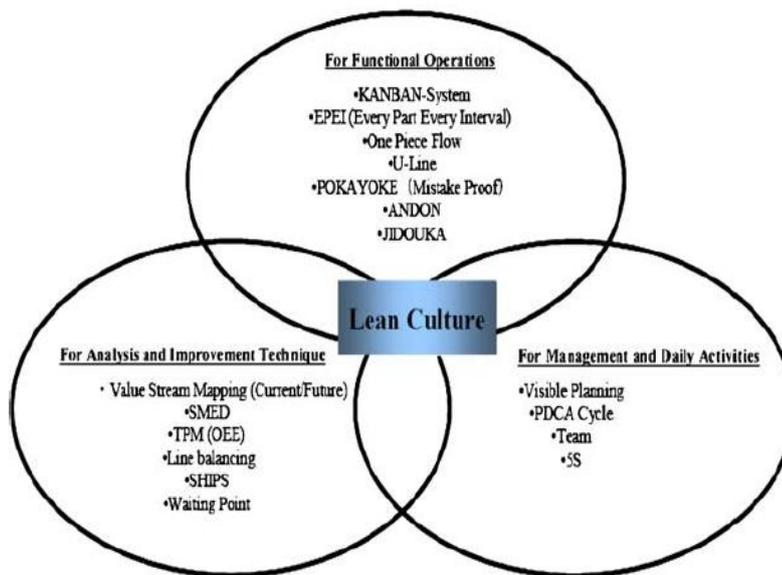


Figura 2.2 - Classificação das ferramentas do *Lean Production* (Cakmakci, 2009)

Apesar de este conceito ter surgido na indústria automóvel, tem-se expandido e é aplicável a todos os setores industriais. É de salientar a evolução de toda a cultura *lean production*, bem como das ferramentas associadas à metodologia. Segundo Abdelmaleka (2007), algumas ferramentas são incompatíveis em alguns setores. Os resultados de uma siderurgia revelaram que a ferramenta de produção por células era a única aplicabilidade improvável no setor, e que as ferramentas SMED, JIT, TPM e nivelamento da produção poderiam ser aplicadas de uma forma parcial. Constataram que os sistemas visuais e a ferramenta 5S's poderiam ser aplicáveis de forma universal. Eswaramoorthi, Kathiresan, Prasad e Mohanram (2011) executaram uma pesquisa no setor de máquinas – ferramentas, em que asseguram que a metodologia *lean* ainda está em fase embrionária, pois este conceito só há alguns anos atrás começou a ser abordado de forma precisa nas restantes indústrias.

No âmbito do setor hospitalar, já existem estudos de aplicação da didática *Lean* e das ferramentas envolvidas. Contudo, os autores afirmam que existem diferenças significativas no setor da saúde e na fabricação (Holweg *et al.*, 2012).

Em conformidade com *Lean Institute* Brasil, os princípios que definem o pensamento *Lean* estão referenciados na tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Princípios e pensamentos *Lean* (adaptado de Werkema, 2006)

Princípios	Pensamento Lean
Especificar valor	Cabe a cada empresa valorar a necessidade do cliente para atingir o produto.
Identificar o fluxo de valor	Separa a cadeia produtiva e os processos que geram valor, não geram valor e que devem ser eliminados imediatamente.
Criar fluxos contínuos	Ter capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente o produto, atendendo às necessidades dos clientes.
Produção <i>pull</i>	O consumidor passa a puxar a produção e a empresa beneficia da eliminação de <i>stock</i> , valorando o produto.
Caminhar para a perfeição	Melhorar continuamente o processo do fluxo de valor para beneficiar na criação de valor.
Especificar valor	Cabe a cada empresa valorar a necessidade do cliente para atingir o produto.
Identificar o fluxo de valor	Dissecar a cadeia produtiva e separar os processos nos que geram valor, não geram valor e nos que devem ser eliminados imediatamente.

O pensamento *Lean* de uma empresa pode ser implementado sequencial ou paralelamente. Esta aplicação só é possível avaliando o esforço dedicado, Davidson (2010) conclui que existem sequências *Lean* que podem ser implementadas, tendo em conta a gestão de recursos, a necessidade de esforço, de recursos e de um conjunto de princípios em paralelo. Nesse aspeto, Middleton (2001) estuda a aplicação do *Lean* no desenvolvimento de *software*. O autor confirma que o desenvolvimento *software Lean* pode produzir uma rápida qualidade e produtividade, porém, este programa pode exigir mudanças extremas na forma como a organização é gerida.

Na atualidade, as empresas realizam um estudo prévio ao implementar ferramentas e metodologias, no entanto, é complicado ter a certeza da melhor ferramenta a implementar. Um estudo realizado afirma que a metodologia *Lean*, juntamente com os paradigmas *Agile*, *Resilient* e *Green* (LARG), sustentam a competitividade relativamente à cadeia de abastecimento (SCM). Salientam os autores Cabral, Grilo, Cruz (2012) que a capacidade de responder às exigências dos clientes, com agilidade, de forma eficaz, tendo em consideração as responsabilidades ambientais e a necessidade de eliminar os processos que não acrescentam valor as organizações, devem implementar as práticas LARG SCM, com indicadores de desempenho para medir a sua influência sobre o desempenho da cadeia de fornecimento.

Conceitos e ferramentas Lean Production

Lean production é um conceito que coleciona várias ferramentas focadas na redução dos sete desperdícios. Contudo, existem mais ferramentas que aquelas mencionadas, com base nisso, a tabela 2.5 apresenta todas as ferramentas agregadas ao conceito. Algumas adquiriram maior visibilidade, como o caso de 5S, 6S, *Kaisen* e SMED.

Tabela 2.5 - Ferramentas *Lean* (adaptado de Holweg, 2007)

<i>Lean</i>	
Ferramentas	5S
	<i>Error Proofing</i>
	<i>Current Reality Trees</i>
	<i>Conflict Resolution Diagram</i>
	<i>Future Reality Diagram</i>
	<i>Inventory Turnover Rate</i>
	JIT
	<i>Kaisen</i>
	<i>Kanban</i>
	<i>Lean Metric</i>
	LPI
	6S
	<i>One-piece Flow</i>
	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
	<i>Prerequisite Tree</i>
	SMED
	<i>Process Route Table</i>
	<i>Standard Rate or Work</i>
	<i>Takt Time</i>
	<i>Theory of Constraints</i>
	<i>Total Productive Maintenance</i>
	TPS
	<i>Transition Tree</i>
	<i>Value added to Non-value added Lead time ratio</i>
	<i>Value Stream Mapping</i>
	<i>Value Stream Costing</i>
<i>Visual Management</i>	
<i>Workflow Diagram</i>	

A ferramenta 5S aborda organização, limpeza, desenvolvimento e manutenção do posto de trabalho (Pinto, 2009). É de salientar que os 5S é uma implementação no âmbito da qualidade do trabalho, sendo intitulado de 5S, pois "S" é a primeira letra de cinco palavras japonesas que caracterizam esta metodologia:

- SEIRI: Classificação e eliminação do supérfluo
- SEITON: Ordem e método
- SEISO: Limpeza
- SEIKETSU: Normalização
- SHITSUKE: Formação moral, autodisciplina

Esta ferramenta aduz benefícios relativamente a eficiência, produtividade, redução de despesas e rendimento do operador. Outra ferramenta que enaltece o conceito é *kaizen*, focado na melhoria contínua de toda a empresa e nos seus componentes, de maneira harmónica e proativa. Esta é generalizada, é a base para o sucesso de projetos de mudança e para conseguir resultados face à qualidade, custos, serviço ao cliente e motivação dos

colaboradores (Euclides, 2008). Mediante o CEO da *Kaizen Institute Consulting Group*, Euclides, existem sete princípios fundamentais de *Kaizen*, nomeadamente, “*Gemba Kaisen*, desenvolvimento das pessoas, normas visuais, processo e resultados, qualidade em 1º, eliminação de muda (desperdício), abordagem Pull Flow.” Contudo, é mais uma ferramenta que surgiu com base no TPS.

Outro conceito que surge agregado a *lean* é *6sigma*, uma metodologia com mais de duas décadas e meia, com bastante popularidade em vários tipos de organizações (Linderman, Schroeder, Zaheer & Choo, 2003). Tem como base os seis desvios padrões de distância relativamente ao centro do processo, como mostra o Figura 2.3. A utilização da ferramenta ajuda a conhecer e compreender os processos de fabrico, de modo a serem modificados, reduzindo assim os desperdícios por eles gerados (Zhang, Hill & Gilbreath, 2009).

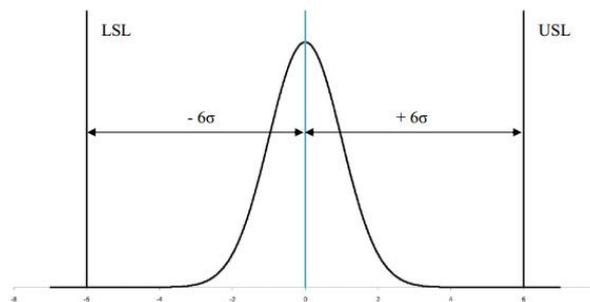


Figura 2.3 - Seis sigma métrica taxa de defeitos (Werkema, 2006)

Existem inúmeras ferramentas anexadas à filosofia *lean*, como verificado na tabela 2.5. A metodologia que se insere na presente dissertação é *Single Minute Exchange of die*, que surge em 1950, criada por Shingo, na fábrica da Toyota, ao exibir um projeto que tinha como principal objetivo diminuir o tempo de mudança de ferramenta. O sucesso do método vem dar resposta à necessidade dos clientes com a diminuição dos lotes de fabrico e com a redução dos custos associados ao armazenamento dos produtos. O ponto 2.5 visa desenvolver e descrever de uma forma exaustiva a metodologia SMED.

2.5 Metodologia SMED

SMED nasceu na década de 90, com a publicação de Shingo no mundo académico. Esta ferramenta foi criada como resultado de uma pesquisa teórica e prática por parte da indústria automóvel Toyota, sobre a redução do tempo de mudança de ferramenta. Foi descrita e discutida por diversos autores até à atualidade, com o intuito de melhorar constantemente o modelo. De acordo com o autor, é uma metodologia aplicável a diversos setores industriais.

Este ponto aborda a metodologia SMED de uma forma minuciosa, de modo a verificar as alterações, discussões e conclusões de diversos estudos efetuados ao longo de duas décadas.

2.5.1 Origem e evolução do SMED

A origem desta metodologia ocorreu no final da década de 50, no período pós guerra. O Japão encontrava-se devastado tanto a nível social como económico. No setor automóvel, a preocupação incidia sobre a escassez da matéria-prima e a baixa produtividade. Contudo, no Ocidente, os problemas refletiam-se na variabilidade do produto e, conseqüentemente, na flexibilidade de produção (Womack *et al.*, 1990, citado por Muller, 2007).

O engenheiro da Toyota Motors Company (TMC), Eiji Toyoda, estudou, pormenorizadamente, o modelo de produção aplicado à fábrica Ford nos Estados Unidos da América, e constatou que só conseguiria a diferenciação no mercado ao introduzir uma vasta variedade de produtos, com qualidade e um custo reduzido (Sebrosa, 2008; Womack *et al.*, 1990, citado por Mota, 2007). Desta forma, o Engenheiro da TMC, aliado a Taiichi Ohno, especialista na produção, começou a desenvolver um sistema produtivo designado por *Toyota Production System* (Sebrosa, 2008; Womack *et al.*, 1990, citado por Mota, 2007).

Este sistema de produção foi um marco na inovação dos processos, com o crescimento da produção em técnicas de pequeno lote, permitindo a criação de um *stock* mínimo de segurança. No início da década de 90, a Toyota implementa o conceito SMED com estudos realizados por Shingo. Este, ao executar o cálculo da quantidade ideal que cada lote deveria ter, deparou-se com a contabilização do tempo de produção do referido lote e o tempo de preparação da linha. Verificou que os tempos de preparação do equipamento eram extremamente demorados. Considerou, primeiramente, adquirir terrenos para fazer largas produções e armazená-las, porém, concluiu que estaria fora de cogitação a aquisição de terrenos para armazenagem de produto acabado, pois o valor era acrescido. O sistema produtivo foi um sucesso assim que surgiu a metodologia abordada por Shingo, *Single Minute Exchange of Die* (Kumar & Abuthakeer, 2012).

Em 1950, Ohno introduziu o conceito *Single Minute Exchange of Die* (SMED) na indústria automóvel Toyota (Kumar & Abuthakeer, 2012; Dave & Sohani, 2012). De acordo com Jones (1989), Shingo terá sido o grande mentor teórico, bem como um grande engenheiro, e Taiichi Ohno foi um mestre e praticante, com dificuldade de implementação do sistema. Shingo abordou este conceito, primeiramente, com base no processo e no funcionamento, considerando que a melhoria da fluidez do processo seria mais importante que a melhoria das operações individuais. No entanto, baseando-se no conceito, e com o objetivo de

melhorar o fluxo do processo, ponderou e constatou que era necessário reter informações precisas sobre o desempenho atual, os requisitos de desempenho e que pessoas certas poderiam padronizar o método (Moreira & Pais, 2011).

Com o intuito de implementar este conceito, Ohno rumou aos Estados Unidos da América e compra moldes com anexação e remoção rápida, padronizando assim o sistema de produção da Toyota. Esta alteração fez com que fosse possível ter tempos de mudança de molde eficazes e consistentes (Moreira & Pais, 2011).

Shingo considera que a metodologia SMED possa ser aplicada a qualquer troca de ferramenta. A teoria foi desenvolvida ao longo de quase 20 anos por Shingo, tendo sido o auge na vida do autor (Jones, 1989).

2.5.2 Elaboração do SMED

Através do livro publicado, Shingo (1985) dá a conhecer a conceção de toda a metodologia, faseadamente. A primeira etapa ocorreu em 1950, na instituição Mazda Toyo Kogyo, Hiroshima. Ao verificar e analisar a troca de moldes/matrizes da prensa, assimilou todo o processo e distinguiu-o das atividades que estavam a ser desenvolvidas interna (máquina parada) e externamente (máquina em funcionamento).

Contudo, foi no estaleiro da Mitsubichi Heavy Industries, Hiroshima, em 1957, que observou a duplicação de ferramentas para que os tempos das operações fossem executados sem existir tempos de espera de ferramenta. Porém, e apesar do êxito na ordem de 40% no acréscimo da produção, esta fase 2 não contribuiu de uma forma direta para a metodologia (Shingo, 1985).

Em 1969, na Toyota Motors Company, desenvolve-se a terceira fase da metodologia, verificou-se que o tempo de cada operação na empresa exigia 4 horas de trabalho e que o mesmo sistema na Volkswagen exigia duas horas. No entanto, ao alterar o modo de trabalhar, Shingo obteve a redução desse mesmo trabalho para 90 minutos e, posteriormente, ao distinguir os tempos de Setup interno e externo, executou o serviço em menos de 3 minutos. Shingo cria esta metodologia caracterizada por três fases, tendo como conceito a troca de matrizes em menos de dez minutos (Shingo, 1985).

2.5.3 Definição e princípios fundamentais

Single-Minute Exchange of die (SMED) é um conjunto de técnicas que possibilitam a instalação e operações de equipamentos em menos de 10 min. Shingo considera que estes 10

minutos possam ser executados apenas em um único dígito, em que 9 minutos seria o objetivo do método (Moreira & Pais, 2011). A metodologia é usada como elemento de *Total Productivity Maintenance* (TPM) e também no processo de melhoria contínua em vários estudos científicos, com base na filosofia *Lean Manufacturing* (Kumar & Abuthakeer, 2012).

SMED é uma metodologia focada em executar, rapidamente, a troca de ferramenta. Este acrónimo é suportado por um conjunto de técnicas, métodos e diretrizes. Tipicamente, envolve preparação do equipamento e ferramentas, configurações, execução de ensaios de peças e ajustes (Venjara, 1996 citado por Ribeiro, Braga Sousa & Silva, 2011).

O método SMED, conhecido também como *Quick Change-Over of tools*, pode ser aplicado a qualquer indústria ou máquina. Esta metodologia é abordada tendo em conta a quantidade mínima de tempo para mudar a atividade, ou seja, o tempo é contabilizado a partir do momento em que a máquina faz a última peça boa até que recomeça a primeira peça boa do molde seguinte (Kumar & Abuthakeer, 2012). A figura 2.4 apresenta a contabilização do tempo associado ao *changeover*.

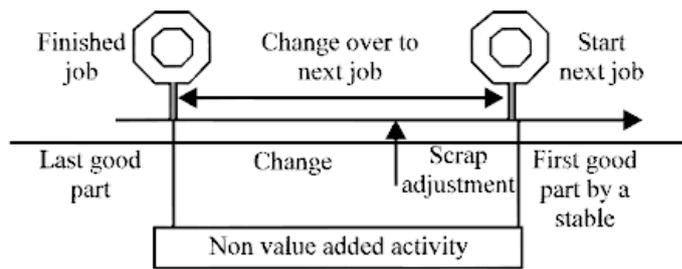


Figura 2.4 - Representação do tempo de *changeover* (Kumar & Abuthakeer, 2012)

Shingo avalia os parâmetros do sistema face ao tempo de produção, ao tamanho do lote e ao rácio entre o tempo de mudança de ferramenta e o tempo de produção (Shingo, 1985). Na tabela 2.6, Shingo apresenta os resultados associados ao estudo da metodologia.

Tabela 2.6 - Exemplo da relação entre o tempo de produção, o tamanho do lote e o rácio entre o tempo de mudança de ferramenta e o tempo de produção (adaptado Shingo, 1985).

Tempo de setup	Tamanho do lote (un)	Tempo de operação (un)	Tempo de produção unitário	Rácio (%)
4 hrs.	100	1 min	$1 \text{ min.} + \frac{4 \times 60}{100} = 3,4 \text{ min.}$	100
4 hrs.	1 000	1 min	$1 \text{ min.} + \frac{4 \times 60}{1000} = 1,2 \text{ min.}$	36
4 hrs.	10 000	1 min	$1 \text{ min.} + \frac{4 \times 60}{10000} = 1,0 \text{ min.}$	30

Mediante a aplicação da metodologia SMED, e com a alteração do tempo de mudança de ferramenta de 4 horas para 3 min para um lote de 100 unidades, o tempo de produção unitário passa de 3,4 min/un para 1,0 min/un, tendo um benefício relativamente ao tempo na ordem de 2,4 min/un. É de salientar que através desta ferramenta é possível dissolver os problemas de produção, fabricando conforme a necessidade dos clientes.

2.5.4 Fases de execução das operações

Segundo o autor, para a implementação do método SMED, é necessário ter em consideração três estágios conceptuais. Primeiramente, Shingo estudou as operações; depois, separou as tarefas internas das externas; posteriormente, fez a conversão das atividades internas em externas e, por último, verificou as tarefas.

Estágio preliminar - "Não existe distinção entre as operações internas e externas"

É um estágio que visa a análise da mudança de ferramenta de forma não planeada. A mudança de ferramenta é executada sob diversas atividades, nomeadamente, tarefas que implicam a paragem do equipamento (internas) e outras que podem ser efetuadas com o equipamento em funcionamento (externas). Neste estágio, é possível visualizar algumas atividades que não acrescentam valor à mudança, recorrendo ao uso de sistema de vídeo e cronómetro para uma apreciação e análise adequada das atividades envolventes. Nesta fase, a máquina encontra-se parada, enquanto realizam a troca de ferramenta, sem distinção de atividades, como é possível visualizar na metodologia da figura 2.6 (Shingo, 1985).

Estágio 1 - "Separação entre operações internas e externas"

Shingo (1985) aborda este estágio, com um estudo analítico, desde que a máquina pára, até que volta a iniciar a fabricação, contabilizando o tempo de mudança de ferramenta para produzir outro lote. Mediante o autor, a *performance* do trabalho realizado pelo operador e de todas as pessoas adjacentes ao processo incide na distinção dos dois tipos de operações:

- *Internal Setup* (IED), atividade de montagem ou remoção de ferramentas/moldes, podendo ser executada somente quando a máquina está parada;
- *External Setup* (OED), atividade de transporte de moldes para o sistema de armazenagem, transporte do novo molde para a máquina, podendo ser realizado enquanto a máquina está a operar.

Nesta fase, além da distinção das atividades, existe a necessidade de verificar as funções de cada equipamento, calibrações e defeitos, bem como a melhoria do transporte dos moldes e

outras partes adjacentes aos equipamentos. Para efetuar as distinções dos tempos, Shingo (1985) sugere algumas técnicas, nomeadamente, o uso de uma *checklist* que inclui todas as atividades exigidas pela operação. Esta lista deve exibir nome da tarefa, especificação, número de lâminas, moldes e outros itens, como pressão, temperatura e outros fatores a que o sistema está sujeito, bem como os valores numéricos para todas as medições e dimensões. É de realçar que deve estabelecer-se uma *checklist* específica para cada máquina em estudo. Com toda a informação necessária para efetuar a troca de ferramenta, podemos verificar a existência de erros no modo de execução e eliminação das perdas de tempo.

É de salientar que existem diversos tempos associados à mudança de ferramenta, sujeitos ao tipo de operação que desempenha, bem como o tipo de equipamento de que se dispõe. Desta forma, é necessário distinguir de um modo claro a diferença entre os termos IED e OED. Para distingui-los, há que ter em consideração algumas etapas básicas no processo de instalação. A figura 2.5 apresenta de modo claro os processos básicos. O tempo de preparação do equipamento de uma maneira genérica demora cerca de 30%, enquanto o ensaio e o ajustamento do processo demoram 50% do tempo total do processo. Genericamente, a distinção das tarefas entre IED e OED economiza cerca de 30% do tempo de mudança de ferramenta (Shingo, 1989).

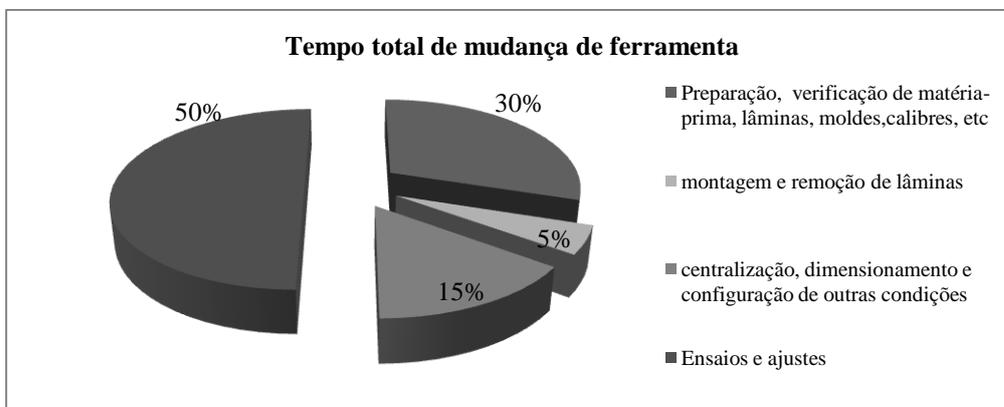


Figura 2.5 - Etapas básicas do processo de instalação (adaptado de Shingo, 1989)

Nesta fase, são identificadas as atividades e algumas delas passam a ser realizadas com a máquina em funcionamento, como é possível verificar a transformação na figura 2.8.

Estágio 2 - "Conversão de operações internas em externas"

Nesta fase, o autor converte as operações internas em externas, tendo em consideração algumas técnicas. É neste estágio que os elementos internos passam para externos, alterando o seguimento ou o modo de trabalhar do operador (Vorne Industries, 2010-2012).

Shingo (1985) exhibe diversas ferramentas para alterar e modificar a forma de trabalho do operador. Uma das alternativas que se aplica à presente dissertação é a preparação atempada das condições de trabalho e modelos normalizados para os moldes. O objetivo é que, para cada atividade, o operador execute sempre da mesma forma, reduzindo o tempo de execução das atividades. A figura 2.6 demonstra o uso dos calços ligados ao molde para se obter uma altura padrão de aperto (80mm) e uma altura *standard* (320mm) (Ribeiro, Braga, Sousa & Silva, 2011).

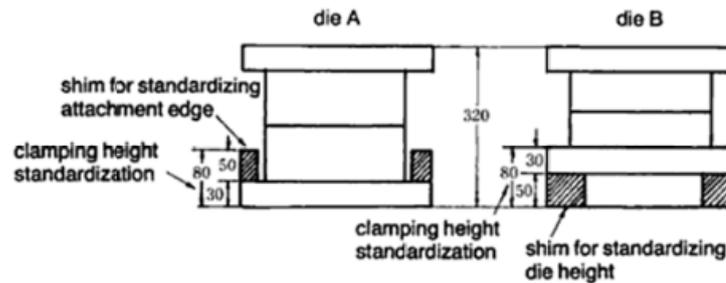


Figura 2.6 - Padronização da função de moldes (Shingo, 1985)

Shingo apresenta um par de gabaritos para solucionar o acréscimo indesejado do tempo de ajustes no processo de mudança de ferramenta. É uma técnica que visa eliminar a necessidade de ajustes e centrar o molde à máquina de forma padrão, sempre da mesma forma. A figura 2.7 apresenta o sistema de centragem de acordo com Shingo (1989). As figuras 2.6 e 2.7 são dois exemplos das técnicas típicas que, com frequência, reduzem drasticamente o tempo da mudança de ferramenta, de acordo com o autor.

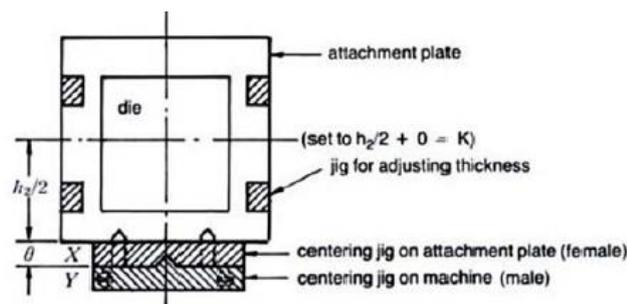


Figura 2.7 - Centragem do gabarito (Shingo, 1989)

Estágio 3 - "Desenvolvimento de todas as operações de setup"

Depois de passar pelos estágios 1 (separação das operações internas e externas) e 2 (conversão de operações internas para externas), esta fase serve para diminuir o tempo das operações elementares. Mediante o autor, a melhoria da armazenagem e do transporte das peças (incluindo moldes, lâminas, grampos, etc.) devem contribuir para simplificar as

operações e reduzir o tempo das operações externas. Na figura 2.8, é possível perceber todas as etapas referente à metodologia SMED.

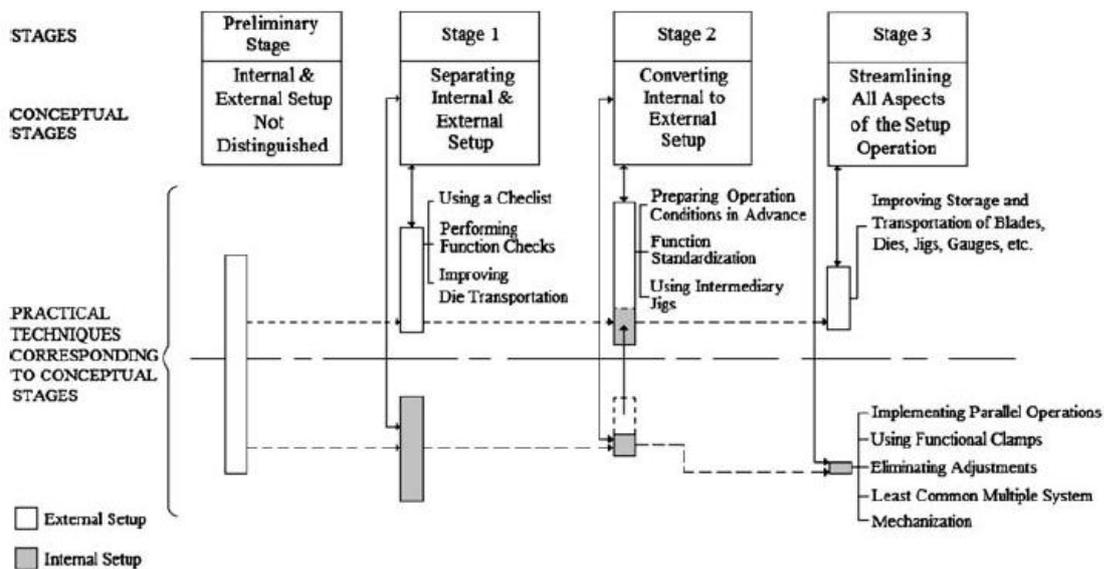


Figura 2.8 - SMED: estágio conceitual e técnicas aplicáveis (Shingo, 1985)

2.5.5 Implementação do SMED

Shingo (1985) descreve, exaustivamente, o conjunto de procedimentos que alcançam o sucesso global da metodologia SMED, durante a implementação. Afirma que os instrumentos e técnicas, ao serem implementados, constituem uma ferramenta poderosa, são simplistas e determinantes para o sucesso da fabricação. No entanto, a existência de diversas ferramentas na sua obra está incompleta, é possível encontrar outras ferramentas noutras indústrias (Moreira & Pais, 2011). O método SMED é composto por três aspetos, estágios conceptuais, métodos prático e técnicas concretas. Na tabela 2.7, Shingo apresenta os estágios conceptuais e as técnicas de implementação do SMED.

Tabela 2.7 - Melhoria das técnicas individuais e os estágios conceptuais do SMED adaptado (Shingo, 1985)

Estágios conceptuais	Técnicas de melhoria e implementação do SMED
Estágio 1- separação de atividades internas e externas	Uso da <i>checklist</i> Verificar execuções de funções Melhoria no transporte de matrizes.
Estágio 2- converter atividades internas em externas	Preparação das condições das operações atempadamente Funcionamento <i>standard</i> Uso de guias intermediários.
Estágio 3- Agilizar todos os aspetos relativos às operações	Melhorar a armazenagem e no transporte de matrizes Implementação das operações paralelas Eliminação de ajustes Sistema mínimo múltiplo comum Mecanização.

Anteriormente, verificaram-se os estágios existentes, à exceção da fase 0, que se baseia numa análise visual, na qual é possível avaliar a armazenagem, erros existentes, verificações inadequadas do equipamento, no modo como o operador executa a tarefa (Shingo, 1985). No geral, o autor afirma que devem seguir-se estes parâmetros, para obter benefício na implementação:

- Analisar o procedimento real;
- Classificar as várias operações como internas e externas;
- Ocultar as operações internas para externas;
- Desenvolver soluções que permitam reduzir o tempo das operações externas;
- Desenvolver soluções que visam decrescer o tempo de espera/atrasos nas operações externas;
- Criar rigorosos procedimentos de modo a reduzir falhas durante a operação;
- Retornar ao início do processo e repetir completamente os procedimentos para reduzir o tempo de operação continuamente (Moreira & Pais, 2011).

O conjunto de procedimentos requiere uma análise contínua relativamente aos processos, para obter bons resultados. Sempre que o método é implementado, obtêm-se novas soluções (Moreira & Pais, 2011).

2.5.6 Benefícios do SMED

De acordo com o autor, o método SMED possui benefícios diretos e indiretos, como demonstrados na tabela 2.8 (Moreira & Pais, 2011).

Tabela 2.8 - Benefícios diretos e indiretos da metodologia SMED adaptado de Moreira & Pais (2011)

Benefício	Descrição
Diretos	Redução do tempo de mudança de ferramenta
	Redução do tempo gasto no ajuste
	Menos erros durante a mudança de ferramenta
	Maior segurança
Indiretos	Redução do inventário
	Maior flexibilidade de produção
	Racionalização dos instrumentos

(Lean-Sigma Consultores, 2013) enumera outros benefícios associados à ferramenta SMED, tal como redução do tempo de preparação da mudança de ferramenta, redução do tamanho dos lotes, existência de vários modelos de uma prensa durante o horário laboral, disponibilidade dos equipamentos, redução de desperdícios ao nível de materiais, bem como do tempo face ao aumento da capacidade do equipamento.

2.5.7 Análise crítica do método SMED

O método SMED e a sua aplicabilidade

Shingo (1985) define *single minute Exchange of die* como: “[...] abordagem científica para redução do *setup*, pode ser aplicada a qualquer fábrica ou equipamento”. De acordo com os autores Sugai, McIntosh & Novaski (2007) e em relação à afirmação anterior, os dados apresentados no livro de Shingo estiveram sob tratamento estatístico, logo não foi possível executar uma distinção entre o conjunto geral do que na realidade é o ganho específico em cada prática/atividade. Todavia, e de acordo com a afirmação, a implementação da metodologia SMED poderá não ser realizável a níveis económicos, técnicos e organizacionais. Reach (2004), ao realizar um estudo numa metalúrgica, considera que existe negligência na implementação do SMED com foco nos problemas organizacionais, nomeadamente, na preparação estratégica, inexistência de reuniões periódicas e falta de formação do operador em relação à metodologia (Sugai, McIntosh, & Novaski, 2007). Harman e Peterson (1991) criticam o facto de Shingo focar-se unicamente em prensas e injetoras.

Os quatro estágios conceptuais

Diversos autores e informações obtidas de empresas de consultadoria sugerem que o uso de filmagem seja uma fase da metodologia (Clauch, 1996), podendo ser associado a técnicas de controlo visual (Reach, 2004, citado por Sugai, McIntosh & Novaski, 2007). Os autores Gilmore & Smith (1996) afirmam que a metodologia SMED poderá ser usada fora da sequência imposta por Shingo, num estudo realizado, satisfatoriamente, primeiramente implementou algumas atividades existentes no estágio 3, nomeadamente, “implementação das atividades paralelas” e “mecanização”, não seguindo a sequência do acrónimo. É de salientar a existência de repetição de algumas técnicas nos estágios conceptuais definidos por Shingo (Sugai, McIntosh & Novaski, 2007).

Os estágios, fase 1 "Não existe distinção entre as operações" e fase 2 "Conversão de operações internas em externas"

Relativamente aos estágios 1 e 2, Costa *et al* (2004) salientam que só é necessária a utilização destes estágios conceptuais na aplicação da metodologia SMED. Moden (1984) considera que a distinção entre as ações de preparação interna e a transferência para externa é o conceito mais importante do método SMED. No entanto, os autores McIntosh, Culley & Mileham (2000) referem que a transferência de atividades interna para externa não diminuem o conteúdo total de tarefas a serem executadas (Sugai, McIntosh & Novaski,

2007). Relativamente aos ganhos, Shingo aborda, tal como ilustrado no Figura 2.5 do ponto 2.5.3, que estes estágios exibem um benefício de 30 e 50% face à fase de transformação de atividades internas para externas. Mas o autor Hall (1983) considera que as restantes melhorias só são possíveis com a modificação da máquina e eliminação dos ajustes, técnicas precedentes ao estágio 3.

De acordo com outros autores sobre o estágio 3

Shingo caracteriza este estágio conceptual com a mesma importância que os restantes, enquanto Hay (1987) estuda a importância dos estágios conceptuais mediante a aplicação do Figura de Pareto ABC, dá elevada importância à eliminação dos ajustes e uso de fixadores funcionais (Sugai, McIntosh, & Novaski, 2007). Shingo adverte que o tempo despendido com ajustes e testes representa mais de 50% do tempo total e que o uso da técnica de implementação das operações paralelas também poderá reduzir essa ordem de grandeza. Contudo, apesar de parte dos autores darem uma menor importância ao estágio 3, existem muitos que consideram que pode ser relevante na diminuição do tempo de Setup.

Capítulo 3

Metodologia SMED-Up

Neste capítulo, realiza-se uma crítica à metodologia SMED, concebida por Shingo. A presente dissertação considera que, para criticar, é necessário conceber uma metodologia que realmente se aplique à atualidade e ao mercado envolvente. Neste capítulo, apresenta-se uma atualização da metodologia de Shingo, com a aplicação de conceitos industriais e com aplicações multimédias, de modo a implementar o conceito com precisão. A atualização do método designou-se por metodologia *Single Minute Exchange of Die - Upgrade* (SMED-Up). Este novo conceito surgiu no seio da fábrica Britefil- Fábrica nacional de bombas, S.A, quando se aplicava a metodologia SMED nas prensas hidráulicas.

3.1 Crítica à metodologia SMED

A metodologia SMED pode ser sempre executável, mas poderá não ser aplicável a nível económico, face aos custos de implementação de novas ferramentas, moldes e outras peças, e a nível organizacional, caso a fábrica/setor não esteja organizada ao ponto de ser necessário organizar, minimamente, toda a instituição para aplicar o método. É de salientar que Shingo aplica a padronização e mecanização em dois estágios conceptuais, contudo, o autor não evidencia a importância da formação. Para padronizar e mecanizar, é necessária uma aprendizagem e boa compreensão por parte do operador que executa as funções impostas pela metodologia. Contudo, a presente dissertação supõe que a pouca importância dada à formação deve-se à cultura em que Shingo estava inserido, porém, na cultura portuguesa, a não compreensão do operador é um facto relevante para que o processo de mudança de ferramenta não seja bem executado e mecanizado. Só é possível aplicar o acrónimo se, ao aplicar o método, o operador tiver formação para compreender a importância da sequência das atividades. A formação, o estudo das operações, análises de ferramentas e análises de capacidades do operador deveriam fazer parte da metodologia. Estes parâmetros não estão inseridos na metodologia de forma clara e concreta. Outra situação que Shingo não evidencia é o facto de o operador ser parte integrante do desenvolvimento e implementação do

processo de mudança de ferramenta. Esta situação é relevante por forma a facilitar a introdução de novas ferramentas e equipamentos.

Alguns autores afirmam que existe negligência face à implementação da metodologia SMED. É importante reafirmar a negligência de implementação, pois existem inúmeros parâmetros necessários e fundamentais para aplicar a metodologia com sucesso, para que a sua implementação seja real. Um dos parâmetros fundamentais em toda a metodologia, sendo necessária a sua utilização mais do que uma vez, é o uso da filmagem, para a apreciação do processo, sendo a mesma imprescindível, para que os dados adquiridos na fase preliminar sejam fidedignos. No caso de existirem operações em paralelo, se não for implementado o uso da filmagem, não é possível dar credibilidade aos resultados obtidos visualmente.

3.1.1 Publicações revelantes sobre o SMED

A temática SMED tem sido alvo de críticas, de melhorias e de sugestões. A presente dissertação apresenta essas críticas no capítulo 2, sub ponto 2.5. A evolução desta metodologia deve-se às publicações e aplicações do acrónimo em diversas indústrias, é nessa ótica que a tabela 3.1 apresenta as publicações mais relevantes do SMED, desde a sua criação até à atualidade.

Tabela 3.1 - Publicações mais relevantes sobre a metodologia SMED desde o seu aparecimento até à atualidade

Data	Autor	Publicações
1985	Shingo, S	Apresentação do Acrónimo SMED com o livro “ <i>Revolution in Manufacturing: the SMED System</i> ”
1992	Hay, E. J	Publica “ <i>Just-in-time: um exame de novos conceitos de produção</i> ”
1995	Culley,S; Mcintosh,R Owen, G	Apresentam uma visão geral do estudo da troca de ferramenta com a publicação do artigo “ <i>Review of fast tool change systems</i> ”
1996	Gilmore,M; Smith,D.J	Publicam “ <i>Set-up reduction in pharmaceutical manufacturing: na action research study</i> ”
1997	Leschke, Jonh P	Exibe uma simulação da comparação de regras na troca de ferramentas com prioridades distintas através do artigo “ <i>Setting reduction priorities. (The Set-Up Reduction Process, part2</i> ”)
1998	Silva, I; Duran, O	Aplicam a metodologia numa fábrica de autopeças e reduz os tempos de preparação em CNC
2000	Mcintosh, R. I.; Culley, S.J.; Mileham, A.R.; Owen, G.W.	Criticam a metodologia e advertem que existem falhas no sistema, sugerindo alterações no design, “ <i>A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology</i> ”
2001	McIntosh, R.I.; Culley, S.J.; Mileham, A.R.; Owen,G.W	Publicam “ <i>Changeover improvement: A maintenance perspective</i> ”
2007	McIntosh, R.; Owen,G.; Culley,S.; Mileham,T.	Aplicam a metodologia TRF, que é uma reinterpretação do trabalho de Shingo, “ <i>Changeover Improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" Methodology</i> ”
2009	M. Perinić; M. Ikonić; S. Maričić	Publica “ <i>Die casting process assessment using single minute exchange of dies(SMED) method</i> ”
2010	Bikram Jit Singh; Dinesh Khanduja	Exibem uma análise financeira face à metodologia, “ <i>SMED: for quick changeovers in foundry SMEs</i> ”

Data	Autor	Publicações
2010	Simões, A	Melhoria do tempo de troca numa linha de aprensagem aplicação do método SMED
2011	Carrizo, A; Campos, G	Implementam o método, “ <i>Single Minute Exchange of Die: A Case Study Implementation</i> ”
2012	Bartz, T; Siluk J; Garcia M	Publicam “Redução do tempo de <i>setup</i> como estratégia de aumento da capacidade produtiva: estudo de caso em sopradora de garrafas plásticas”

3.2 Metodologia SMED-Up

3.2.1 Definição e princípios fundamentais

O desenvolvimento da atual metodologia *Single-Minute Exchange of die - Upgrade* (SMED-Up) exhibe os mesmos princípios que a técnica desenvolvida por Shingo (metodologia SMED), porém, é implementada em 4 fases e recorre a tecnologia que na metodologia SMED tradicional não era muito utilizada.

3.2.2 Fases de execução do acrónimo SMED-Up

As fases que suportam esta metodologia são quatro. A fase zero, designada por Reconhecimento e análise do processo atual; a primeira etapa, denominada por Estruturar/organizar condições no processo atual; a segunda fase, caracterizada por Otimizar as operações no processo atual; a terceira etapa, com a designação de Separar operações internas de externas e, por último, a quarta fase, Implementar as operações internas que passam a externas.

As técnicas utilizadas no desenvolvimento da atual metodologia SMED-Up são uma associação de técnicas industriais caracterizadas e desenvolvidas por Shingo, e de propostas de melhoria por diversos autores e pela presente dissertação. Na figura 3.1, encontra-se uma sequência temporal dos 4 estágios conceituais e as técnicas adjacentes à implementação do método SMED-Up.

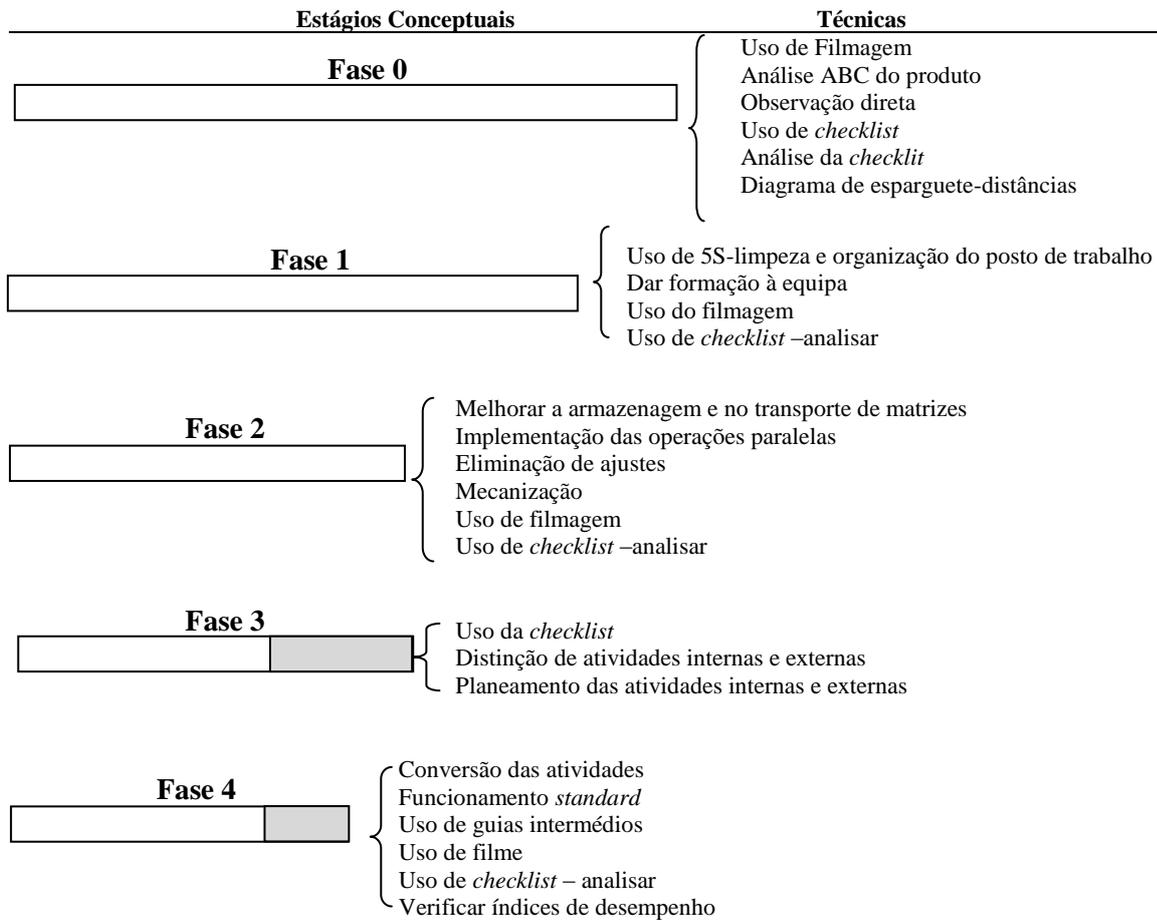


Figura 3.1 - SMED-Up estágios conceptuais e técnicas aplicadas

Fase 0 - Reconhecimento e análise do processo atual

Esta fase tem como objetivo analisar o processo atual de mudança de ferramenta de forma não planeada. É necessário fazer um reconhecimento ao processo atual sem que exista interferência por parte do avaliador. As técnicas associadas a esta fase de implementação são:

1. Filmagem do processo atual de mudança de ferramenta

Esta técnica facilita a análise do processo de mudança de ferramenta, a qual pode ser agregada à utilização do cronómetro *online* e ao sistema visual, com o intuito de obter valores minuciosos de cada tarefa desempenhada pelo operador.

2. Caracterização do processo atual de produção na empresa e da forma de organização da produção, nomeadamente, o diagrama de fluxo do processo, sequenciamento da produção, tempo de produção por setores, compras de matéria-prima, o *stock* mínimo de segurança.

É importante a caracterização da produção, para compreender a forma como a empresa está organizada em cada setor e o tipo de matéria-prima aplicada, sequenciamento de produção, tempo de operação, processo de armazenagem de matéria-prima e de produto acabado e semi acabado.

Considerando um setor, aprecia-se o tempo de fabricação, tempo de mudança de ferramenta e todos os elementos envolventes nesse processo que não acrescentam valor ao produto.

Para conhecer melhor todo o processo, devem verificar-se os componentes/ produto de classe A, após aplicar a análise ABCe o método VSM (*value stream mapping* do processo).

3. Construção da *checklist*, uma listagem sequencial de operações e tempo de trabalho das atividades desenvolvidas durante a mudança atual de ferramentas. A lista deverá conter a etapa a que se refere o processo, tipo de atividade, código da atividade, descrição das operações, tipo de operador, tempo das operações, etc.
4. Analisar a *checklist* de acordo com o tipo de atividade, de ordem crescente de tempo por atividade, do menor para o maior tempo de execução de atividades da mudança de ferramenta. O tipo de atividades pode ser definido como, por exemplo: ajustar, anexar, apanhar, roscar, desenroscar, etc.
5. Conceber um diagrama das distâncias percorridas pelos operadores. Uma das técnicas a ser utilizada é o diagrama de espaguete, com um conjunto de distâncias e tempos medidos.

Fase 1 - Estruturar / organizar condições no processo atual

Esta fase visa organizar o posto de trabalho face ao processo de mudança de ferramenta. As condições de trabalho são bastante importantes para aplicar qualquer metodologia. Um posto de trabalho limpo, arrumado e sem material desnecessário é fundamental para que o modo de trabalhar seja simples e rápido. Esta fase tem como objetivo diminuir os tempos associados à limpeza, arrumação, organização, etc. As técnicas que caracterizam esta fase são:

1. Aplicação dos 5S, para consciencializar toda a equipa de trabalho de que limpeza, arrumação, organização, autodisciplina, entre outros fatores, são fundamentais para concretizar todas as operações de forma organizada. É de salientar o rápido acesso a todos os elementos necessários à mudança de ferramenta. A técnica baseia-se em conceitos, nomeadamente:

- Seiri- Senso de utilização e remoção de resíduo e material obsoleto.

Nesta etapa, devem parar-se todos os equipamentos e ferramentas e selecionar as coisas úteis ou inúteis no processo de mudança de ferramenta. O inútil deverá ser eliminado. A tabela 3.2 apresenta as técnicas para organizar e limpar o ambiente de trabalho.

Tabela 3.2 - Técnicas associadas à organização e à limpeza

Técnicas	Descrição
Elaborar <i>Checklist</i> e distinguir o material útil do inútil.	A <i>checklist</i> deverá conter a descrição de todos os equipamentos e ferramentas e distinguir o útil e o inútil, questionado o operador. Exemplo: para que serve? Com que frequência é utilizado?
Eliminar material inútil	Parar eliminar o material, deve observar-se se o material pode ser retirado do sítio, se pode ser utilizado noutra secção, se pode ser eliminado e reciclado, etc.
Eliminar sujidades	Limpar todos os locais, máquinas, equipamentos e bancadas.
Retirar todos os materiais e equipamentos dos sítios	Para isso, podem utilizar-se cores de identificação para recolocá-los nos locais apropriados.
Sensibilizar os operadores para a limpeza do equipamento	Realizar todo o processo e limpeza com o operador, sensibilizando-o para a organização do posto de trabalho.

- Seiton-Senso de arrumação e ordenação

Para organizar e arrumar todos os materiais úteis, é necessário facilitar o acesso ao material, para que qualquer pessoa possa localizar qualquer ferramenta.

- Seiso- Senso de limpeza

Manter o posto de trabalho limpo, aprendendo a manter o ambiente sempre limpo.

- Seiketsu- Senso de saúde e higiene

Manter um ambiente de trabalho saudável e higiénico.

- Shitsuke- Senso de autodisciplina

Fazer das atitudes um hábito, transformando o posto de trabalho num lugar onde é possível obter grande produtividade.

2. Planear um sequenciamento relativamente ao modo de trabalhar do operador. Criar um plano de trabalho de modo a facilitar a mudança de ferramenta. Exemplo: criar um elemento informativo no posto de trabalho, para que o operador possa realizar a mudança de ferramenta de forma rápida.
3. Dar formação sobre a importância da organização e consciencializar o operador sobre a introdução de outras melhorias que visam beneficiar o processo de mudança de ferramenta.
4. Após realizar esta primeira fase, é necessário realizar uma análise à *checklist*.
5. Filmar todo o processo de mudança de ferramenta.

Fase 2 - Otimizar as operações no processo atual

O estágio dois é caracterizado pela elevada redução de tempo face ao processo de mudança de ferramenta. É uma fase que visa planear e implementar soluções, de acordo com a análise à *checklist* da fase anterior (atividades com elevado valor de tempo), bem como eliminar atividades que não acrescentem valor ao processo. As técnicas adjacentes a esta fase são:

1. Melhoramento da armazenagem e do transporte de matrizes;
2. Implementação das operações paralelas;
3. Eliminação de ajustes;
4. Mecanização;
5. Uso de filmagem;
6. Uso de *checklist* – analisar.

Fase 3 - Separar operações internas de externas

Com o processo melhorado, a fase 3 visa separar as atividades interna da externa. Nesta fase, é elaborado um planeamento face às tarefas que são possíveis alterar de interna para externa. Para recriar a separação, utiliza-se a *checklist* anterior e coloca-se em frente a cada operação se é uma operação interna ou externa.

As operações distinguem-se da seguinte forma:

Interna- Atividade de montagem ou remoção de ferramentas / molde, podendo ser executado somente com a máquina parada.

Externa- Atividade de transporte de moldes para o sistema de armazenagem, transporte do novo molde para a máquina, podendo ser realizado enquanto a máquina está a operar.

Fase 4 - Implementar as operações internas que passam a externas

Esta fase é a última etapa do processo, considera-se que ao alterar as atividades de interna para externa haja uma redução face ao tempo de mudança de ferramenta. As técnicas adjacentes ao processo são:

1. Alteração das atividades internas passam a externas.
2. Introdução de um conceito de normalização relativamente ao trabalho designado por *standard Works*, isto é, conseguir que a mudança de ferramenta seja realizada sempre da mesma forma.
3. Determinar índices de desempenho do processo: análise dos índices ao longo do processo de aplicação da metodologia SMED-Up. É extremamente importante uma comparação quantitativa entre os resultados da metodologia SMED-Up. Consideraram-se quatro índices de desempenho, de forma a avaliar a eficiência do processo de mudança de ferramenta. Os índices são informação quantificada sobre a forma como está a ser desenvolvido o processo. Os quatro índices subjacentes a este processo foram desenvolvidos por *Shingo* na fase1 do processo, conforme descrito no capítulo 2, no ponto 2.5.4 da presente dissertação. É de salientar que *Shingo* não utiliza a designação de índices de desempenho. Os índices de desempenho mencionados na presente dissertação relativamente ao tempo total de mudança de ferramenta são a percentagem de tempo envolvido nas atividades seguintes, nomeadamente:
 - Preparação, verificação de matéria-prima, lâminas, moldes, calibres, etc
Neste índice, inclui-se a preparação dos moldes, verificação/ transporte/colocação da matéria-prima no posto, o transporte dos moldes, as ferramentas necessárias à montagem e desmontagem.
 - Montagem e remoção de lâminas
Este índice foca-se na montagem e desmontagem do molde, tanto na mesa de apoio à mudança como na prensa.
 - Posicionamento, dimensionamento e configuração das condições

O índice refere-se à centralização do molde na prensa e as condições de configuração do respetivo molde na prensa.

- Ensaio e ajustes

Neste índice, incluem-se os ajustes e ensaios necessários, de forma a fabricar a primeira peça boa do lote.

3.3 Comparação do método SMED e do método SMED-Up

O desenvolvimento do SMED-Up passa por 4 fases de execução, enquanto o SMED é implementado em 3 fases. No SMED-Up, a fase 1 é destinada à preparação e à alteração das condições de trabalho, tem como foco a organização do posto de trabalho, separando o útil do inútil, identificando coisas desnecessárias no posto de trabalho, bem como sensibilização e formação dos operadores sobre novas formas de trabalho, pois para implementar algo é necessário que o sistema esteja limpo e organizado, para que as ferramentas úteis estejam ao alcance do operador.

Relativamente ao SMED-Up, nas fases 1, 2 e 4, utiliza-se a técnica de filmagem, com o intuito de avaliar, minuciosamente, todas as atividades associadas ao processo de mudança de ferramenta. Outra diferença dos métodos é o sequenciamento dos estágios conceptuais. No método SMED, na forma tradicional, realizam a separação das atividades, posteriormente, a conversão das atividades internas em externas e, seguidamente, a otimização das atividades. No SMED-Up, organiza-se o posto de trabalho, posteriormente, a otimização das atividades, a separação das atividades internas e externas e, por último, a conversão de interno a externo. A tabela 3.3 apresenta a comparação dos métodos face às técnicas de implementação do processo de mudança de ferramenta.

Outra situação é a fase 0, em que no SMED-Up se realiza um reconhecimento e análise do processo atual mediante o uso de filmagem e o uso da *checklist*, ao passo que, segundo Shingo, a fase 0 é a fase da observação, podendo utilizar-se ou não o sistema de filmagem e observação direta.

Tabela 3.3 - Resumo dos métodos SMED e SMED-Up face às técnicas de implementação e ao *changeover* em cada fase de execução

SMED tradicional			SMED-UP		
Fase	Técnicas	Changeover	Fase	Técnicas	Changeover
0-Não existe distinção entre atividades			0- Reconhecimento e análise do processo atual	Uso de Filmagem Análise ABC do produto Observação direta Uso de <i>checklist</i> Analisar <i>checklist</i> Diagrama de esparguete-distâncias	
1-Separa atividades internas das externas	Uso da <i>checklist</i> Verificar execução de funções Melhoria do transporte de matrizes		1- Estruturar / organizar condições no processo atual	Uso de 5S-limpeza e organização do posto de trabalho Dar formação à equipa Uso do filmagem Uso de <i>checklist</i> – analisar	
2-Conversão das operações internas em externas	Preparação das condições das operações atempadamente Funcionamento <i>standard</i> Uso de guias intermédios		2- Otimizar as operações no processo atual	Melhorar a armazenagem e o transporte de matrizes Implementação das operações paralelas Eliminação de ajustes Mecanização Uso de filmagem Uso de <i>checklist</i> – analisar	
3-Otimização das atividades	Melhorar a armazenagem e o transporte de matrizes Implementação das operações paralelas Eliminação de ajustes Mecanização		3- Separar operações internas de externas	Uso da <i>checklist</i> Verificar execução de funções Melhoria do transporte de matrizes	
			4- Conversão das operações internas que passam a externa.	Conversão das actividades Funcionamento <i>standard</i> Uso de guias intermédios Uso de filme Uso de <i>checklist</i> – analisar Verificar índices de desempenho	

Legenda:

- Operações externas
- Operações Internas

Capítulo 4

Implementação da metodologia SMED-UP

4.1 Caracterização da empresa

Neste capítulo, é exposta a empresa que deu origem à presente dissertação. Apresenta-se a estrutura organizacional, os produtos comercializados e o mercado envolvente. É neste ponto que se executa a implementação da metodologia SMED-Up na prensa hidráulica da empresa Britefil,S.A.

4.1.1 Identificação da empresa

Britefil, S.A faz parte de um grupo constituído por mais duas empresas, nomeadamente, Cetagro – Soc. Agrícola, lda e J.Brito Júnior- Soc. de Construção, LDA, dirigidas pelo mesmo administrador José de Brito Júnior. A Britefil é uma PME familiar, localizada no sotavento Algarvio, freguesia da Conceição, do concelho de Faro.

As instalações possuem uma área de 11 000 m², abrangendo o complexo industrial, armazéns, escritórios e parque (zona descoberta). O quadro de colaboradores é composto por 36 funcionários.

4.1.2 Evolução histórica da empresa

Britefil foi fundada nos anos 60, com o nome do fundador e atual administrador, José de Brito Júnior. A empresa dedicava-se à comercialização e aplicação de engenhos para tirar água das noras e é na década de 70 que começa a desenvolver as primeiras bombas de eixo vertical.

Em 1975, numa mudança de regime em Portugal, o fundador, José de Brito Júnior, com o seu filho, iniciam a Brito & Filho, LDA. Passados quatro anos, com o crescimento da empresa, nasce a Britefil, LDA, com a inclusão da filha na sociedade.

A Britefil, LDA teve necessidade de se desenvolver a nível tecnológico, apostando na inovação e na qualidade do serviço prestado. No setor da captação de água, adquire máquinas de rotação e ar comprimido, renova instalações e compra maquinaria de vanguarda para a época. Nos anos 80, foi produzida a primeira bomba submersível totalmente em aço inoxidável AISI 304. Esta gama teve uma grande aceitação no mercado, primeiramente local, seguidamente, regional e, posteriormente, nacional.

Em 1992, a empresa apostou na internacionalização, sendo as primeiras exportações para Espanha e Síria, seguindo-se Bélgica, Itália e Chipre. Em 1997, expande e moderniza as instalações com o intuito de aumentar a capacidade produtiva.

Em 2008, a empresa é certificada pela SGS, cumprindo todos os requisitos da norma NP EN ISO 9001:2008.

Em 2012, Britefil,S.A. cria uma nova família de produtos, exibindo 3 modelos de bombas verticais multicelulares BFV totalmente em aço inoxidável.

Em 2013, a empresa apresenta duas novas gamas BFSolar e BFMotor, sendo as primeiras vendas para o Médio Oriente.

4.1.3 Missão da Britefil, S.A.

A missão é assegurar produtos de qualidade de maneira a ir ao encontro das necessidades do cliente, num processo de melhoria contínua procurando sempre a excelência no fabrico, num mercado cada vez mais competitivo” (Britefil, 2012).

4.1.4 Visão da Britefil, S.A.

A visão da empresa é “ser referência no setor, disponibilizando uma vasta gama de produtos e serviços, primando sempre pela qualidade e inovação” (Britefil, 2012).

4.1.5 Estrutura organizacional

A estrutura organizacional da Britefil apresenta quatro níveis hierárquicos, como é possível visualizar no organigrama da figura 4.1, com funções, autoridades e responsabilidades diversas. No topo da hierarquia, está a administração; posteriormente, divide-se em quatro departamentos, sendo a produção a única que contém dois sub departamentos, a fábrica e os serviços de sondagens e captação de água; o quarto nível representa as diferentes secções responsáveis pela produção e serviços.

Todos os colaboradores, à exceção dos responsáveis pelos departamentos, utilizam vestuário da empresa (bata ou calças, blusas e casacos), permitindo assim distinguir os trabalhadores da fábrica dos trabalhadores (equipamento azul) das sondagens e captações (equipamento laranja).

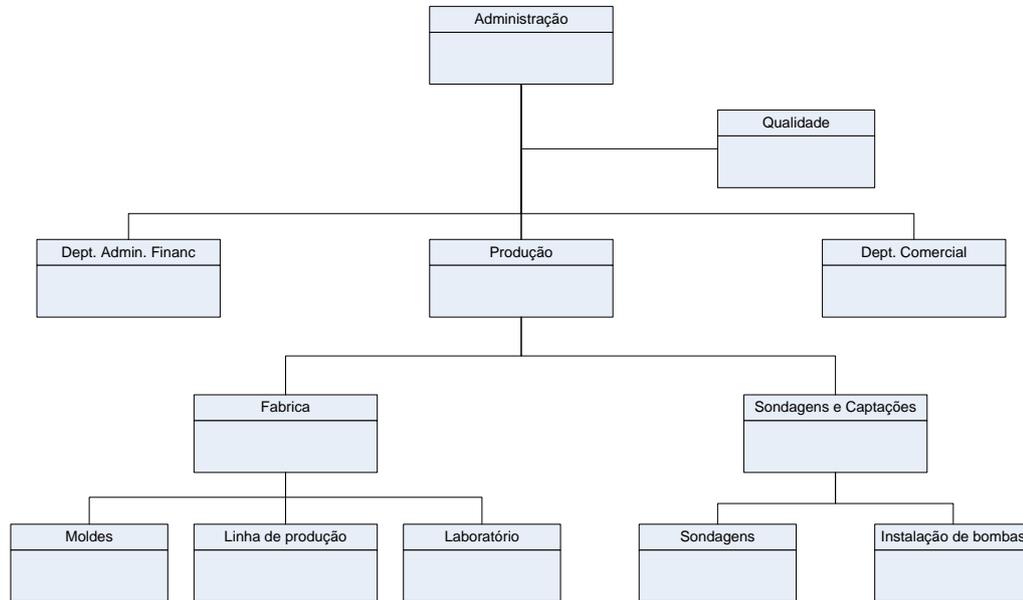


Figura 4.1 - Organograma Britefil

4.1.6 Mercados

Apesar da crise económica mundial, a Britefil está bastante presente no mercado externo. Em 2012, apresenta uma taxa de vendas para o mercado externo e, em 2013, teve um aumento de 9% na exportação. Quanto ao mercado interno, a taxa de vendas foi de 66% e 57%, em 2012 e 2013, respetivamente. É de salientar o aumento significativo do nível das exportações, cuja situação se deve à mudança estratégica por parte da empresa. É expectável, para o ano de 2014, um aumento significativo na ordem dos 15% no mercado externo e um aumento de 5% no mercado interno. A figura 4.2 mostra uma comparação do nível de vendas relativamente a 2012 e 2013, face ao mesmo período.

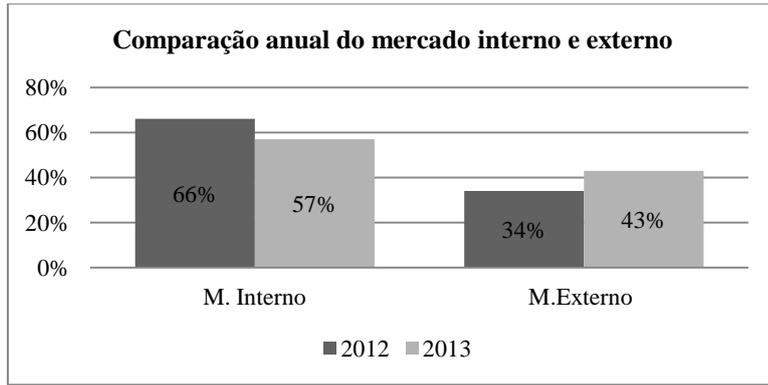


Figura 4.2 - Nível de vendas da Britefil, S.A

Relativamente às exportações, a Britefil contrata uma empresa de logística para fazer a distribuição para os revendedores fixos, cobrindo diversas áreas geográficas. Durante os 30 anos de existência, a Britefil tem vindo a conquistar o mercado e a competir com diversas marcas de nome. A figura 4.3 apresenta todos os pontos de venda que sustentam a percentagem de exportação no mercado envolvente. Em 2013, a empresa conseguiu entrar na América do Sul, especificamente no Brasil, sendo um mercado bastante significativo face à oportunidade de vendas. Prevê-se, para 2014, uma introdução mais acentuada na América Latina.



Figura 4.3 - Representação geográfica dos distribuidores dos produtos Britefil

4.1.7 Produtos

A Britefil é uma empresa que se dedica à concepção, produção e comercialização de Bombas de água totalmente em aço inoxidável AISI 316 e AISI 304, bem como à prestação de serviço no âmbito das sondagens e captações de água. Atualmente, dispõe de diversas gamas de produtos, nomeadamente, BFS, BFV, BFMotor, BFSolar, BFControl e BFAccessórios.

Tabela 4.1 - Gama de produtos existentes na empresa

Produto	Características	Aplicação
 Bomba Submersível	Caudal: 0,1 m ³ /h a 120 m ³ /h Altura: 480 m Temperatura do líquido: 60 °C Potências: ½ CV a 125 CV Fabricada em SS AISI 304 e SS AISI 316	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abastecimento de água; ▪ Transferência de líquidos; ▪ Fornecimento de água subterrânea (uso doméstico e público); ▪ Sistemas de irrigação para agricultura e horticultura; ▪ Nivelamento de solos; ▪ Aumento de pressão; ▪ Diversos projetos industriais.
 Bomba vertical multicelular	Caudal: 0,1 m ³ /h a 14 m ³ /h Altura: 270 m Temperatura do líquido: 110 °C Potências: ½ CV a 5,5 CV Fabricada em aço inox AISI 304 e 316	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tratamentos de água ligados à indústria (sistemas de osmose inversa); ▪ Ultrafiltrarem; ▪ Desmineralização; ▪ Descalcificação, destilação; ▪ Ao abastecimento de água, ao uso doméstico municipal e industrial (filtragem e distribuição de redes públicas, pressurização em rede ou em grupos autónomos); ▪ Pressurização e rega (campos de golfe, rega por aspersão, Agricultura).
 Quadro elétrico	Bomba Submersível BFS Painéis fotovoltaicos Controlador 3X230Vca	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualquer configuração de bombeamento de água, trabalhado tanto em modo automático como híbrido.
 Motor Submersível	Dimensões: 4", 6" e 8" Tipo: Monofásicos; Trifásicos; Encapsulados; Rebobináveis; Arranque Direto ou em Estrela / Triângulo Fabricados em aço inox AISI 304 e AISI 316 Voltagem: 50 Hz e 60 Hz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplica-se aos hidráulicos BFS.

Para verificar qual a importância de cada família de produtos, realizou-se um diagrama de pareto relativamente às vendas de cada modelo, contudo, não foi possível incluir as famílias BFAccessórios, BFSolar, BFControl, BFMotor, pois começaram o seu processo de venda no final do ano de 2013 e início de 2014.

De acordo com a análise efetuada, verificou-se que as bombas BFS são as que requerem a maior atenção por parte do planeamento de produção. Os modelos que têm uma contribuição

mais elevada são BF13/5,5, classificados como classe A. Seguem-se os modelos BF35/20/21/4, com uma importância média, classificados como classe B e os restantes modelos, com um grau de pouca importância, classificados como classe C. A figura 4.4 apresenta o digrama de pareto referente à percentagem do valor das vendas de cada modelo de bomba, no ano de 2013.

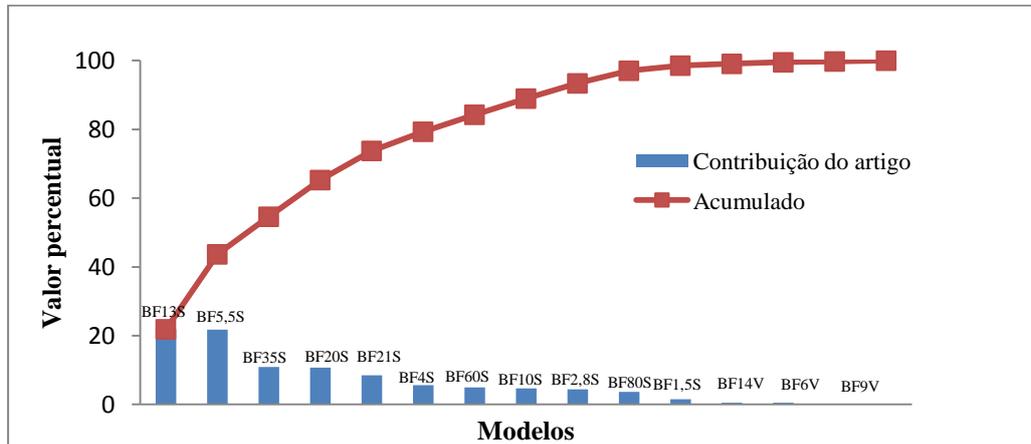


Figura 4.4 - Diagrama de Pareto referente à percentagem do valor das vendas de cada modelo de bomba, no ano de 2013

4.1.8 Layout Fábrica

Existem 10 setores diferenciados na área operacional da fábrica, nomeadamente, o setor da estampagem, torneamento, soldadura, colocação de borrachas, dobragem das alhetas, eletrónica, zona de corte, montagem das bombas e embalagem. A figura 4.5 mostra a fábrica realizada em 3D no *software solidworks* repartida nos diversos setores. Nas instalações da Britefil, existem cerca de quarenta e dois equipamentos, distribuídos por uma área total de 11.000 m².

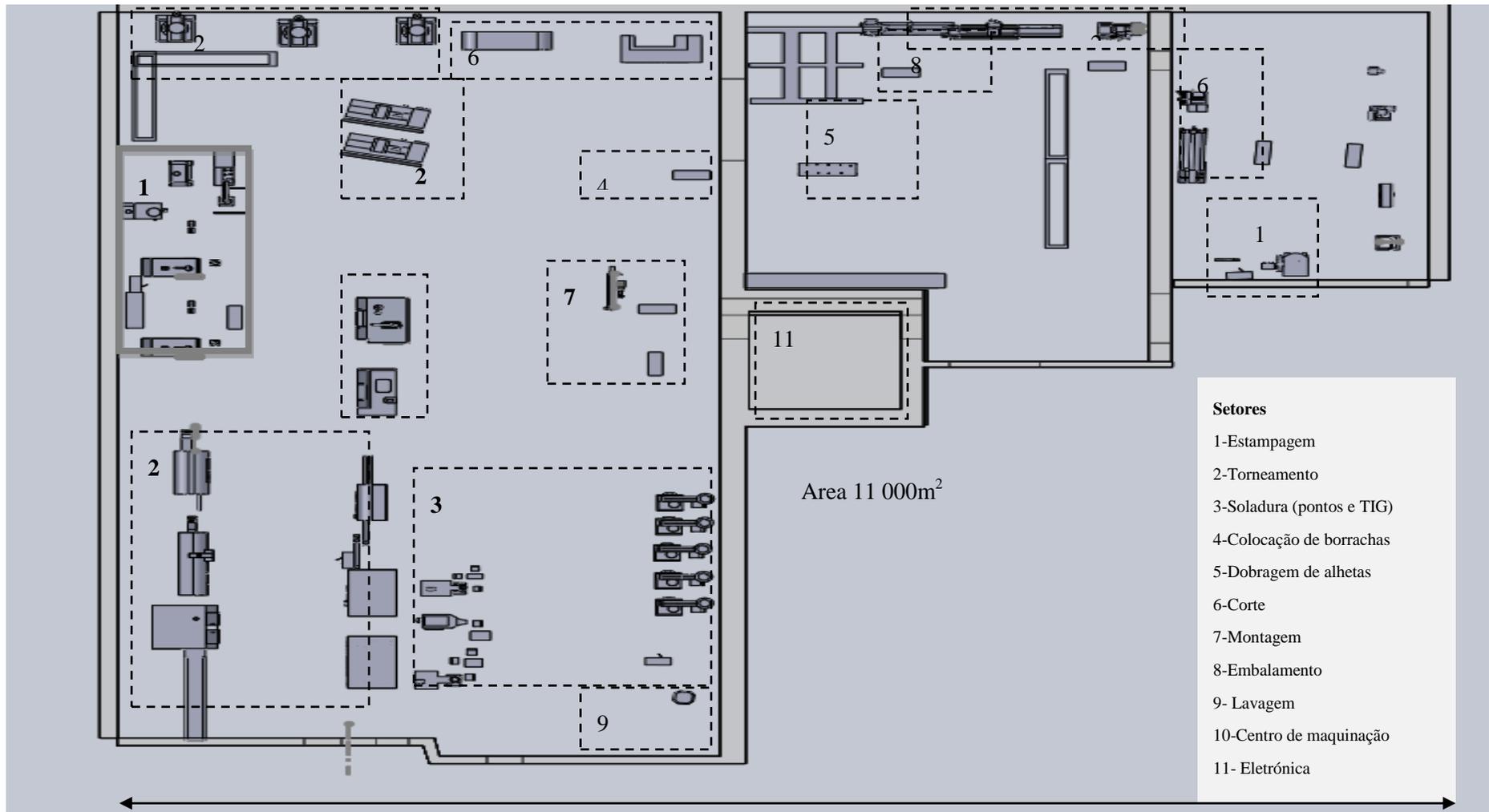


Figura 4.5 - Planta da fábrica (software solidworks)

4.1.9 Produção

A produção das bombas envolve duas matérias-primas, particularmente, o tubo/ varão e a chapa/bobine, ambos em aço inoxidável (tipo austeníticos, AISI 304 e 316). Os aços do tipo austeníticos são não-magnéticos e podem ser endurecidos por trabalho mecânico. Apresentam resistência à corrosão, dependendo da quantidade de níquel (Ni) existente no material. É um aço maleável que, ao sofrer as deformações permanentes, não compromete as suas características. A tabela 4.2 apresenta as características do aço austenítico.

Tabela 4.2 - Características técnicas do aço austenítico (ficha técnica dos materiais)

Material	Tipo	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Mn (%)
Tubo/Varão	AISI 304	18,08	8,21	0,34	1,91
Bobine/chapa	AISI 316	16,95	10,02	2,02	1,73

Para fabricar um modelo de bomba BFS, é necessário produzir cerca de 21 peças. Porém, para realizar as peças, é necessário produzir os componentes. Estes são utilizados na fabricação das peças em diferentes quantidades, conforme salienta o anexo I (árvore do produto face ao modelo BFS e BFV).

A produção das gamas BFS e BFV começa com a transformação das matérias-primas nos setores. A chapa/bobine, o varão e o tubo iniciam a sua transformação no setor da estampagem, corte e torneamento, respetivamente. É de salientar que os componentes, posteriormente, seguem para os outros setores até chegar ao produto semiacabado (peças). É de realçar que, após cada operação, existe sempre a inspeção da peça, com exceção do setor de lavagem de peças. A inspeção é realizada pelo operador, enquanto produz o respetivo lote.

A produção é realizada lote a lote, isto é, os componentes são fabricados, sequencialmente, num determinado período, sob as mesmas características físicas, ambientais, etc. A cada lote é atribuído um código, registado no *software*, bem como o tempo de produção, operador, material utilizado, peças conformes e não conformes.

Ao fabricar um lote, o operador regista o lote produzido, no documento destinado para esse fim, que se encontra junto a cada máquina. Posteriormente, o engenheiro introduz as características do lote no *software* GESPRO, registando unidades produzidas, número do lote, tempo de realização, peças não conformes, tipo de matéria-prima, produtos

semiacabados, acabados, motores, etc. É neste *software* que é possível verificar o *stock* existente do produto em curso de produção, semiacabado e acabado.

Através do *software* GESPRO, foi possível verificar os registos de produção da prensa PHC100 face aos componentes 5,5S004B. A tabela 4.3 apresenta o tempo de *setup* de 50 minutos relativamente ao tamanho do lote, ao tempo de operação, ao tempo de produção unitário e ao rácio. Verifica-se que, quanto menor for o lote, maior é o tempo de produção unitário. É de salientar que a alteração do tempo de mudança de ferramenta diminui o tempo de produção unitário. O tempo de operação refere-se ao tempo necessário para a produção de um determinado item, peça, unidade. O tempo de produção unitário é o tempo necessário para a produção de um item, tendo em conta o tempo de mudança de ferramenta.

Tabela 4.3 - Relação entre o tempo de produção, o tamanho do lote e o rácio entre o tempo de mudança de ferramenta e o tempo de produção na prensa PHC 100

Tempo de Setup	Tamanho do lote (un)	Tempo de operação (un)	Tempo de produção unitário (min)	Rácio (%)
50 min	6000	0,13min	$0,13+(50/6000)=0,13$ min	100
50min	600	0,13min	$0,13+(50/600)=0,20$ min	60
50min	60	0,13min	$0,13+(50/60)=0,95$ min	13

A presente dissertação tenciona, ao implementar a metodologia SMED-Up, reduzir o tempo de produção unitário face ao tamanho do lote.

4.1.10 Planeamento da produção

O planeamento da produção inicia-se pela verificação do material em *stock* no *software* GesProd, bem como pela confirmação das ordens de encomendas recebidas à data. Desta forma, a produção das peças é efetuada de acordo com o nível mínimo de *stock*, do número total de componentes indicados na encomenda, conforme o surgimento das encomendas.

Ao receber uma ordem de encomenda, o diretor de produção verifica as existências de produto acabado, caso se verifique inexistência ou *stock* mínimo, este dá prioridade à fabricação dos lotes necessários para satisfazer a encomenda. As ordens de encomendas são satisfeitas segundo FIFO, isto é, as primeiras a entrar serão as primeiras a sair.

O plano de produção é efetuado de acordo com o método do ponto de encomenda, o departamento técnico executa-o de forma intuitiva, mas o seu uso provém de experiência acumulada. O mesmo acontece com o prazo de entrega do material, caso exista em *stock*, o

produto demora 24 horas até chegar ao cliente, caso contrário, poderá alongar-se até um mês, dependendo da quantidade encomendada.

O planeamento semanal é realizado para cada máquina, bem como a análise das alterações, de acordo com as entradas de encomendas na produção. A empresa utiliza um painel de informação para, visualmente, verificar o que está em produção nas máquinas, conforme salienta a figura 4.6. É de salientar que nem todas as máquinas estão representadas no painel, pois a sua implementação ainda é recente.

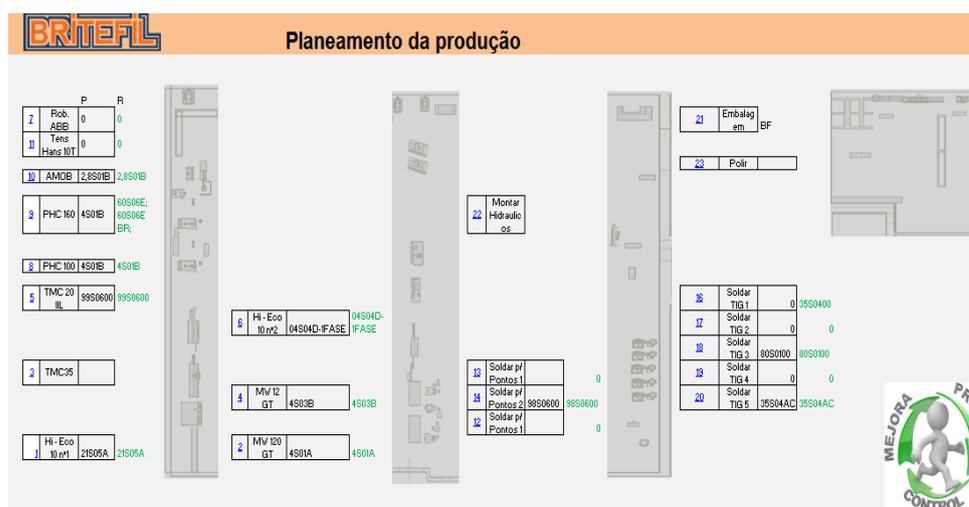


Figura 4.6 - Planeamento da produção da Britefil,S.A.

4.2 Implementação da metodologia SMED-Up

Neste ponto, será demonstrada a execução de todas as etapas da metodologia SMED-Up. A implementação do método SMED-Up será de acordo com a apresentação no capítulo 3.

A implementação deste método requer quatro fases, primeiramente, o estudo do processo atual; posteriormente, a limpeza e organização do posto de trabalho, aprendizagem e formação; na segunda fase, é realizada a otimização dos processos; na terceira etapa, faz-se a distinção das atividades interna e externa. Por último, é realizada a conversão das internas que passam a externas. Para proceder à implementação da metodologia SMED-Up, foi extremamente necessário criar um planeamento do processo de mudança dos moldes para ajudar à implementação, conforme apresenta a tabela 4.4. A metodologia SMED-Up será aplicada à prensa PHC-100-GAR, durante a mudança de ferramenta dos componentes 4S004A pelo componente 4S004B e 5,5S004A pelo componente 5,5S004B.

Tabela 4.4 - Planejamento do SMED-Up na prensa PHC-100-GAR

Mês/ Fase	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
0	Filmar	Reconhecimento do processo atual	Análise do processo atual				
1				Implementação <ul style="list-style-type: none"> • 5s; • Planear; • Dar formação. 			
2					Otimização do processo de mudança de formato		
3						Distinção de operações	
4						Implementação	Implementação

4.2.1 Fase 0 – Reconhecimento e análise do processo atual

A fase 0 envolve o reconhecimento e análise do processo atual. Neste sentido, é necessário conhecer e compreender o sistema face ao processo de mudança de ferramenta, especificamente, a mudança dos moldes na prensa PHC-100-GAR na produção dos componentes 4S004A, pelo componente 4S004B, e 5,5S004A pelo componente 5,5S004B que são alvo do estudo. Esta fase permite avaliar o sistema global através da observação direta das atividades desenvolvidas pela equipa no posto de trabalho, especificamente, no setor da estampagem. A aplicação desta fase será efetuada de acordo com a metodologia SMED-Up desenvolvida no capítulo 3 da presente dissertação.

Reconhecimento do processo atual

A prensa alvo do estudo realiza a estampagem dos componentes. Este processo é um conjunto de operações a frio (corte, furação, dobramento e repuxo) realizado na região plástica da deformação do aço. A prensa (figura 4.7) realiza movimentos através da pressão de óleo. A bomba do êmbolo rotativo, de alimentação variável, apresenta características face ao cursor da prensa, isto é, quando a sua velocidade é máxima, a pressão é mínima e, no caso de a velocidade ser mínima, exerce uma pressão máxima. Ao iniciar a estampagem, a chapa é colocada sob o molde/matriz inferior da prensa, à medida que a velocidade diminui, desenvolve toda a pressão requerida para a execução da estampagem. Terminada a ação, o cabeçote retorna à posição superior. Este retorno pode ser realizado em várias velocidades, em função da pressão necessária (Penteado, 2009).

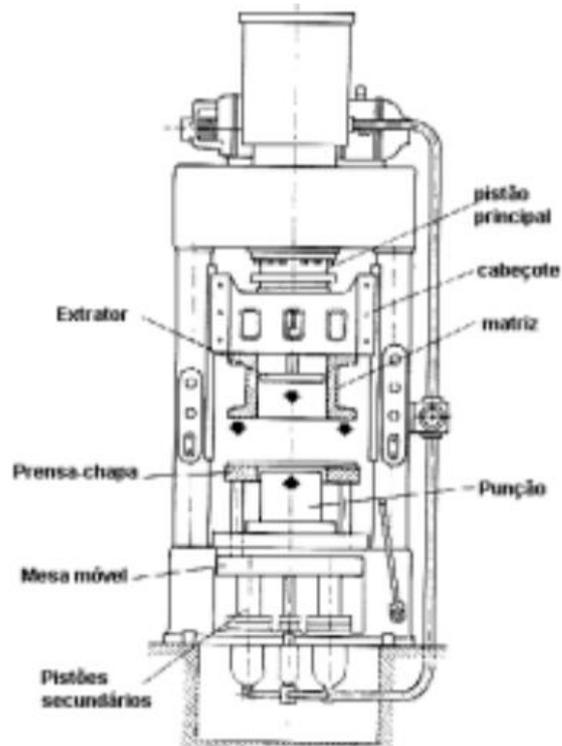


Figura 4.7 - Prensa hidráulica (Penteado, 2009)

A prensa que será alvo do estudo face à mudança de ferramenta é do tipo hidráulica, apresentando as seguintes características:

- Modelo: PHC-100-GAR
- Ano de fabrico: 1994
- Capacidade máxima: 1000 KN
- Tensão elétrica: 380 V
- Frequência: 50 Hz
- Potência do motor: 15 W
- Pressão hidráulica máxima: 280 bar
- Massa máxima das ferramentas: 6500 Kg

A ferramenta utilizada na mudança é o molde, dividido em duas partes, uma ligada ao cabeçote e ao punção, ambos ligados à prensa. Os moldes são caracterizados da seguinte forma (figura 4.8):

- Peça inferior do conjunto do molde superior;
- Peça superior do conjunto do molde superior;
- A vara e o acessório (falange) do molde superior;
- Peça exterior com molas para o conjunto do molde superior;

- Peça inferior do conjunto do molde inferior;
- Peça superior do conjunto do molde inferior;
- O acessório (falange) para o conjunto do molde inferior;
- Parafusos de ligação

As ligações entre as peças e acessórios são realizadas pelos parafusos, bem como as peças inferior e superior do mesmo conjunto de molde. Algumas vezes é utilizado um molde superior externo com molas para amortecer o impacto, quando a prensa executa o corte na chapa. A empresa desenha, testa e fabrica os próprios moldes, temperados numa empresa externa.



Figura 4.8 - Molde acoplado à prensa

A presente dissertação foca-se na área de estampagem da fábrica. A figura 4.9 apresenta a prensa alvo do estudo da metodologia SMED-Up. O posto de trabalho é caracterizado da seguinte forma:

- A prensa;
- A bancada de apoio;
- Os armários;
- O contentor de chapa utilizada;
- O alimentador de chapa.



Figura 4.9 - Zona de estampagem

Na figura 4.10, encontra-se a bancada de apoio à mudança de ferramentas a uma distância de 0,5 metros da prensa, com uma prateleira, um torno mecânico e alguns moldes de ligação (do cabeçote e do punção). O torno mecânico facilita o desencaixar e encaixar dos acessórios (vara e falange) no molde. Na prateleira, é possível visualizar as varas, as falanges, os parafusos, bem como outros elementos que não realizam qualquer função, neste posto de trabalho. Verifica-se também que o posto de trabalho está desorganizado e com alguns elementos degradados.



Figura 4.10 - Bancada de apoio à mudança de ferramenta

É de realçar que, na bancada de apoio, os parafusos com diferentes tamanhos e as chaves de aperto manuais para roscar e desenroscar encontram-se misturados. Nas figuras 4.11 e 4.12, observa-se que as ferramentas manuais estão espalhadas, algumas não são utilizadas e encontram-se em estado de degradação.



Figura 4.11 - Caixa de ferramentas desorganizada



Figura 4.12 - Caixa dos parafusos desorganizada

Diante da bancada, existem dois armários que distam 3 metros, com todos os moldes da prensa, organizados de acordo com o tipo de componente que realizam. Contudo, em cada prateleira, existem moldes com vários modelos de bomba e não existe qualquer sinalização. A prateleira encontra-se desorganizada e sem sinalização, como salienta a figura 4.13.



Figura 4.13 - Armário desorganizado e sem sinalização

Verifica-se que o setor de estampagem não está devidamente organizado e a mudança de ferramenta é realizada de acordo com a experiência acumulada pelo encarregado do setor (técnico).

Observação direta da equipa no posto de trabalho

A equipa de trabalho no setor de estampagem, envolvida na mudança de ferramenta, é constituída por dois operadores e um técnico. Este só está presente na mudança de molde ou se alguma peça fabricada está fora dos parâmetros de controlo. Os operadores da equipa são do sexo masculino e feminino, com idades de 25 e 58, respetivamente. Os operadores e o técnico não apresentam qualquer tipo de problema de saúde, estando aptos para qualquer serviço. A tabela 4.5 apresenta as características gerais dos funcionários inseridos na zona de estampagem. Cada operador está na sua máquina, porém, existem muitas situações em que trocam de máquina, como foi o caso ao implementar o SMED-Up na prensa.

Tabela 4.5 - Características técnicas dos colaboradores

Nome	Operador 1	Operador 2	Técnico	Operador de matéria-prima (M.P)
Idade	25	58	52	23
Sexo	M	F	M	M
Hab. Literárias	Curso técnico	4ºAno (Ensino primário)	Curso técnico	12º Ano (Ensino secundário)
Categoria	Indiferenciado	Indiferenciado	R. Produção	Indiferenciado
Turno	1	1	1	1
Zona de trabalho	Prensa	Prensa	-	Distribuição de matéria-prima nos sectores

Observou-se 3 vezes o processo de mudança do molde na prensa. Na primeira observação, a mudança foi realizada pelo operador 1 e pelo técnico ao mudar o molde do componente 4S004A pelo molde do componente 4S004B. Nas restantes 2 observações, as mudanças foram realizadas pelo operador 2 e pelo técnico, ao mudar o molde referente aos componentes 4S004B pelo componente 5,5S004A, e o componente 5,5S004A pelo componente 5,5S004B, respetivamente. Contudo, o transporte de matéria-prima até à prensa é efetuado pelo operador externo à equipa (M.P).

Relativamente às atividades desenvolvidas no processo de mudança dos moldes, verifica-se que os operadores 1 e 2 realizam a desmontagem do molde na prensa e, posteriormente, a desmontagem das peças associadas ao molde na bancada. O técnico é responsável pela arrumação do molde, pela montagem do molde na bancada, posteriormente, na prensa e também pelos ajustes da prensa.

Relativamente à produção, o operador, ao terminar a fabricação de um lote, obtém a informação do técnico, se continua a produzir ou se desmonta o molde.

Filmagem

Por intermédio da filmagem, foi possível obter uma perspetiva da zona de estampagem, e da sequência de operação envolvida na mudança de molde com maior rigor e precisão. O tempo associado a cada operação foi registado em segundos, distinguindo-se as operações envolventes neste processo, conforme apresenta a tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Caracterização das operações desenvolvidas na mudança de ferramenta

Operações	Descrição da operação
Ajustar	São realizados os ajustes na máquina, de forma a estar perfeitamente apta a cumprir a sua função (Ajustes do cursor, da chapa)
Anexar	É a ligação entre o molde superior e inferior ao cabeçote e ao punção através de parafusos
Apanhar	Apanhar as ferramentas necessárias para desenroscar ou roscar os parafusos
Arrumar	Arrumar o molde antigo no armário
Colocar	Colocar o molde no torno mecânico, na bobine, as luvas
Desencaixar	Desencaixar os acessórios e os parafusos associados ao molde
Desenroscar	Desenroscar parafusos
Desligar/ligar	Ligar e desligar a prensa
Deslocar-se	Deslocar-se tanto à prensa como à bancada
Encaixar	Realizar a junção entre os acessórios e os parafusos associados ao molde
Esperar	Esperar pela informação do técnico ou por alguma atividade que não seja capaz de realizar
Juntar	Juntar as partes do molde na bancada
Limpar	Limpar o molde na bancada e na prensa
Medições	Medir a espessura do molde para ajustar o alimentador de chapa
Posicionar	Posicionar a prensa para retirar o molde ou colocar o molde
Procurar	Procurar as ferramentas e os parafusos corretos
Produzir	Produzir a última peça do lote e a primeira peça do lote seguinte
Retirar	Retirar as luvas, a cadeira de apoio, as peças da prensa, o molde do torno mecânico
Roscar	Roscar os parafusos com a chave manual
Transportar	Transportar as partes do molde para a bancada e vice-versa, a bobine para o alimentador de chapa, o pano de limpeza para a bancada e a chapa para o contentor de chapa

Com recurso à filmagem, foi possível caracterizar as ferramentas envolventes no processo, as distâncias percorridas e o tempo total de mudança de ferramenta.

Ferramentas utilizadas no processo

É de grande importância salientar o tipo de ferramenta utilizada durante o processo de mudança de molde/matriz. Estas são as chaves manuais e o torno mecânico agregado à bancada. Relativamente às chaves manuais utilizadas no processo, dependem do molde, têm a dimensão 3 mm até aos 12 mm. A figura 4.14 apresenta as chaves e os tubos necessários para introduzir na chave para roscar e desenroscar com maior facilidade.



Figura 4.14 - Chaves manuais utilizadas durante mudança de molde

Distâncias percorridas

Em todo o processo da mudança de ferramenta, desde que o operador pára de executar a última peça até que começa a primeira peça do lote seguinte, percorre diversas distâncias. Para analisar as distâncias efetuadas pelo operador e pelo técnico, utilizou-se o diagrama de esparguete, em que a cor vermelha se refere às distâncias percorridas pelo técnico e pelo operador no processo de mudança de molde. Realça-se a quantidade de vezes que o operador e o técnico percorrem o mesmo trajeto, realizando 48 viagens, percorrendo, aproximadamente, conforme observado na figura 4.15.

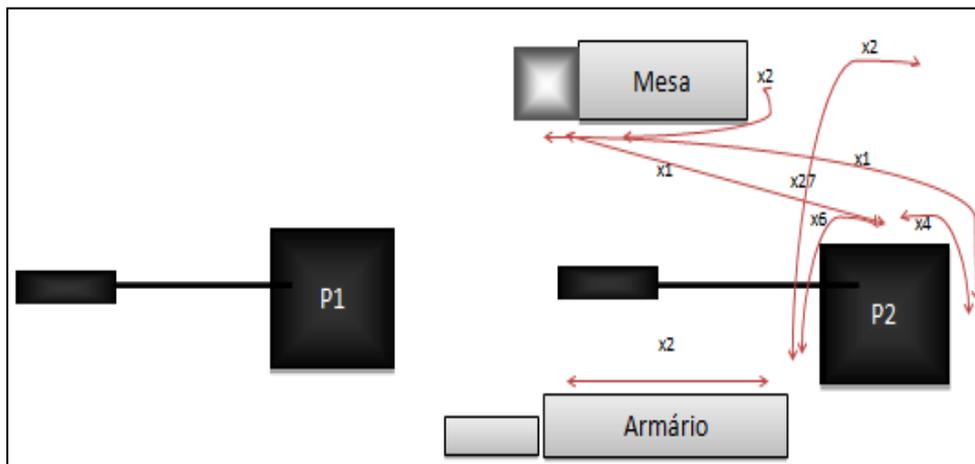


Figura 4.15 - Diagrama de esparguete face às distâncias percorridas pelo técnico e operador

Os trajetos do operador e do técnico representam 19,2% face ao valor percentual médio do tempo total de mudança de ferramenta. As operações que fazem parte deste valor são, especificamente, transporte, procura, arrumação, espera e deslocações. O valor apresentado, anteriormente, está exposto na tabela 4.7 da presente dissertação.

Fluxo do processo de mudança de molde –*Checklist*

O técnico e os operadores não executam a mudança de molde sempre da mesma forma/sequência, apesar de ser sempre o mesmo tipo de molde. Para além desse fator, sempre que o técnico realiza a anexação/ligação do molde à prensa, o operador observa a mudança de ferramenta ou aproveita esse tempo para ir buscar a caixa para o próximo lote a ser produzido ou realiza outras atividades que não acrescentam valor.

Relativamente à mudança de molde, as tarefas realizadas são ajustar, anexar, arrumar, apanhar, colocar, desencaixar, desenroscar, deslocar-se, desligar/ligar, encaixar, esperar, juntar, limpar, medições, posicionar, produzir, procurar, retirar, roscar, transportar. Para realizar uma análise às atividades desenvolvidas neste processo, foi concebida uma *checklist* com a etapa, o código da operação, a descrição das operações e as observações do processo (anexo II).

Ao realizar a *Checklist*, agruparam-se as operações desenvolvidas pelos operadores e pelo técnico por etapas. A tabela 4.7 caracteriza as etapas realizadas durante o processo de mudança de ferramenta. É de salientar que a desmontagem do molde na prensa e na bancada de apoio é realizada pelo operador nas etapas 2 e 3, enquanto a montagem do molde na bancada de apoio e na prensa são realizadas nas etapas 5, 6 e 7, pelo técnico. Por outro lado, a etapa 4 foi desenvolvida pelo operador da equipa de trabalho e por um operador externo que realiza o transporte e ajuda a colocar a bobine no alimentador de chapa.

Tabela 4.7 - Etapas realizadas durante o processo de mudança de molde dos componentes 4S004A pelo componente 4S004B, e do componente 5,5S004A pelo componente 4S004B, fase 0

Etapa	Descrição	Tempo médio (s)	Desenvolvida
1	Produção da última peça do lote e alteração do modo de funcionamento da prensa	177	Operador
2	Desmontar o molde superior e inferior da prensa (ligação do molde entre o cabeçote e punção)	655	Operador
3	Desmontar as peças associadas ao molde superior e inferior na bancada	550	Operador
4	Transportar a chapa desde o armazém das matérias – primas até ao alimentador de chapa	435	Operador de matéria-prima
5	Montagem das peças associadas ao molde inferior na bancada com o auxílio ao torno mecânico	241	Técnico
6	Montagem das peças associadas ao molde superior na bancada com o auxílio ao torno mecânico	270	Técnico
7	Montagem dos conjuntos do molde superior e inferior à prensa	575	Técnico
8	Ajustes do cursor do cabeçote e do punção e dos ajustes à linha de chapa	401	Técnico
Total		3305	

Foi possível analisar, minuciosamente, as atividades que acrescentam valor e as que não acrescentam valor no processo de mudança de ferramenta. A Figura 4.16 apresenta o tempo médio utilizado em cada tarefa desenvolvida no processo de mudança de ferramenta. É de realçar a importância conjunta de todas as atividades desenvolvidas no processo.

Verifica-se que a atividade realizada pelo operador, ao desenroscar os parafusos de ligação entre as peças do molde e a prensa (punção e cabeçote) e os parafusos de ligação entre as peças superior e inferior do molde e os acessórios no torno mecânico, é efetuada em média de 550 segundos do tempo de mudança de ferramenta. O técnico despende em média 482 segundos para rosar os parafusos de ligação entre as peças superior e inferior do molde e os acessórios e a ligação entre as peças dos moldes e a prensa (punção e cabeçote). As atividades desenroscar e rosar os parafusos são realizados por uma chave manual que realiza o aperto e o desaperto dos parafusos.

A atividade colocar, desenvolvida pelos operadores da equipa de trabalho, é realizada em média em 429 segundos. A atividade consiste em colocar o molde superior sobre o molde inferior ao desmontar a prensa, as peças superiores e inferiores e os acessórios associados a cada peça no torno mecânico, a bobine no alimentador de chapa, os parafusos nos moldes e a chapa alinhada na prensa para produzir.

Note-se que a atividade ajustar consiste em ajustar os cursores do cabeçote e do punção da prensa com a chave manual, bem como os ajustes da linha de chapa, despendendo 377 segundos em média do tempo de mudança de ferramenta.

A atividade transportar, desenvolvida pela equipa de trabalho, baseia-se em transportar as peças associadas ao molde superior e inferior, a matéria-prima e os conjuntos do molde superior e inferior. É efetuada em média em 284 segundos do tempo de mudança de molde.

A limpeza dos moldes é realizada, unicamente, pelo operador da equipa e trabalho, consumindo em média 240 segundos a limpar o molde e o punção (mesa) da prensa.

O operador espera pelo técnico, com o objetivo deste o informar sobre a atividade que deve desenvolver posteriormente ou se é necessário posicionar o cursor do cabeçote com a chave manual, para que com os comandos da prensa seja possível elevá-la. A atividade esperar, em média, é desenvolvida pelo operador em 176 segundos do tempo de mudança de ferramenta.

A atividade retirar, em média, é desenvolvida em 158 segundos, e consiste em retirar as peças do molde da prensa ou do torno mecânico e é desenvolvida pelo operador e pelo técnico.

Por outro lado, o operador e o técnico procuram as ferramentas, especificamente, as chaves manuais para rosca e desenroscar os parafusos. A atividade procurar, em média, é desenvolvida no processo de mudança de molde em 120 segundos. Relativamente à tarefa apanhar, o operador e o técnico apanham a chave manual e demoram, em média, 83 segundos do tempo de mudança de ferramenta.

A atividade desligar/ligar baseia-se em aterrar as definições da prensa de forma a cumprir a sua função (modo montar/desmontar a máquina), consumindo, em média, 75 segundos do tempo de mudança de ferramenta.

Relativamente à atividade anexar, o técnico faz a ligação entre as peças dos moldes e os acessórios, bem como as ligações entre o conjunto do molde superior e o cabeçote e o conjunto do molde inferior e o punção, durando, em média, 69 segundos a anexar. A atividade posicionar despende 49 segundos para posicionar o cabeçote e o punção com os comandos a prensa.

Durante a mudança de ferramenta, o operador e o técnico fazem a ligação entre as peças do molde e os acessórios na bancada de apoio. A atividade associada à operação juntar é, em média, de 41 segundos.

As atividades desencaixar e encaixar as peças associadas ao molde consomem, em média, 40 e 32 segundos no processo de mudança de ferramenta. Relativamente à atividade produzir uma peça, despende 36 segundos. De acordo com a figura 4.16, a atividade em que o técnico vai arrumar o molde antigo verificam-se 20 segundos. As deslocações são realizadas pelo técnico e pelo operador, consumindo 34 segundos do tempo de mudança de ferramenta. A atividade em que o técnico realiza a medição do diâmetro do molde com a ajuda do parquímetro para realizar o ajuste na chapa representa 11 segundos do tempo total de mudança de ferramenta.

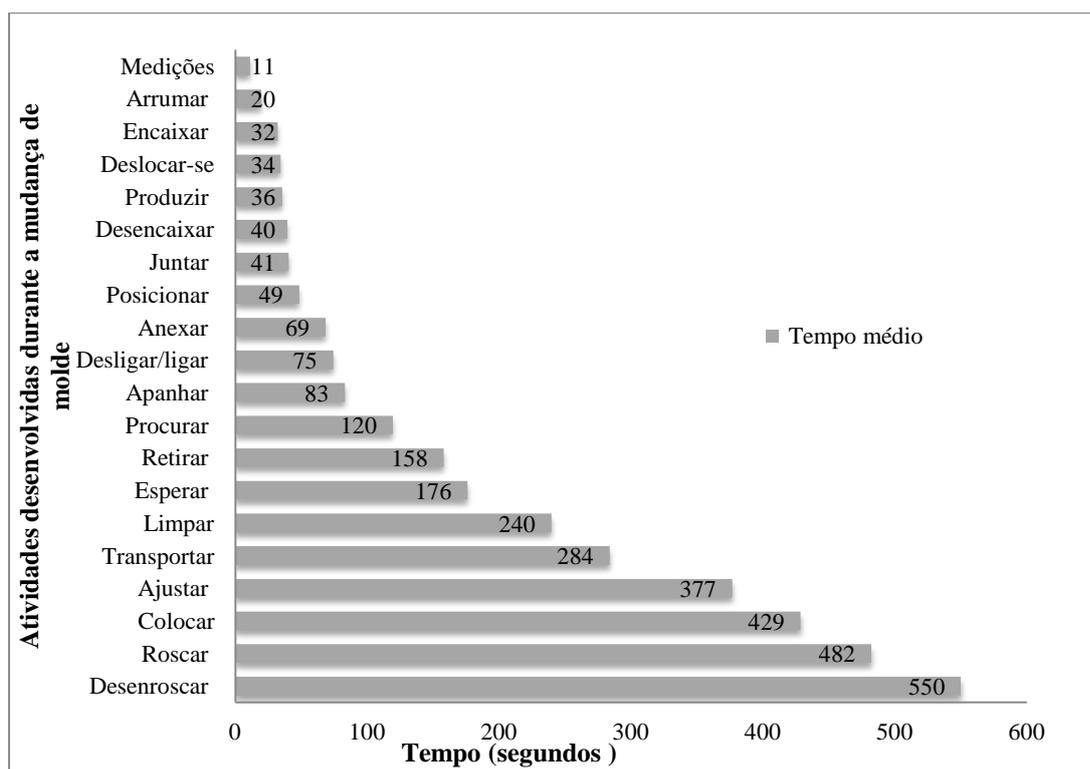


Figura 4.16 - Tempo médio das tarefas desenvolvidas pelo operador no processo atual de mudança de molde, fase 0

Análise crítica do processo atual

Após uma análise dos dados recolhidos através de vídeo realizado na fábrica durante a mudança de molde associado à fabricação dos componentes 4S004A, 4S004B, 5,5S004A e 5,5S004B, foi possível analisar as observações efetuadas pela equipa de trabalho.

Algumas tarefas são consideradas “muda” (Pascal, 2007), isto é, são um desperdício de tempo face ao processo de mudança de ferramenta. Na ótica da presente dissertação, as atividades que podiam ser excluídas do processo de mudança de ferramenta são procurar, deslocar-se, esperar (“muda”), representando 10% do tempo total de mudança de molde. As restantes atividades são fundamentais para o processo de mudança de ferramenta, contudo, é possível verificar que parte das atividades apresenta desperdício de tempo. É possível realizar as mesmas atividades num menor tempo face ao processo de mudança de ferramenta, como é o caso da atividade roscar e desenroscar, tarefa necessária e precisa, porém, realizada com o binário de aperto manual. A atividade transportar é executada em excesso, devido ao número de peças associadas ao molde, assim como os moldes envolventes no processo têm as mesmas dimensões, logo, não é necessário realizar as medições do diâmetro do molde para alinhar o alimentador de chapa, sempre que se realiza

uma mudança de ferramenta. A figura 4.17 apresenta a percentagem de tempo das atividades consideradas muda pela presente dissertação.

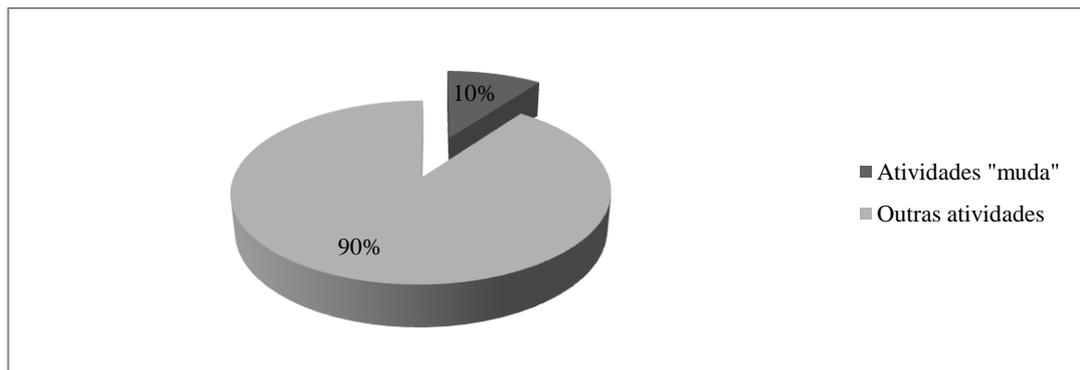


Figura 4.17 - Tempo médio das atividades desenvolvidas no processo de mudança de ferramenta consideradas “muda” pela presente dissertação

A tabela 4.8 apresenta as tarefas efetuadas durante o tempo de mudança de ferramenta pelo técnico, operador e operador externo e o tempo associado a cada uma delas. O operador externo realiza atividade transportar (124 s) e, posteriormente, em conjunto com o operador, as atividades desenroscar (137 s) e colocar (173 s). Os valores apresentados na tabela 20, relativamente ao operador externo, estão incluídos no tempo médio do operador, com a exceção da atividade transportar.

Em média, o tempo de mudança de ferramenta, desde que faz a última peça até que produz a primeira peça conforme do lote seguinte, é, aproximadamente, de 55 minutos. A atividade desenroscar exibe um tempo médio face ao processo de mudança de ferramenta de 16,7%, ao passo que a tarefa roscar apresenta um valor de 14,6%. A atividade colocar apresenta um valor de 13% devido à desorganização face ao modo de realizar a mudança de ferramenta. É de salientar que, por não existir parametrização geral para cada tipo de molde, a atividade ajustar apresenta um valor de 11,4% do tempo total de mudança de ferramenta. É de realçar que a tarefa transportar exibe um tempo médio face ao processo de mudança de ferramenta na ordem dos 8,6%, devido às elevadas peças constituintes no molde que devem ser transportadas para a bancada de apoio à prensa.

Comparando as etapas e as atividades desenvolvidas pelo operador e pelo técnico, tabelas 19 e 20, verifica-se que ambos desenvolvem 4 etapas, em 1779 s (30 minutos) e 1526 s (25 minutos), respetivamente.

Tabela 4.8 - Resumo tempo médio das atividades, em segundos, de mudança dos moldes, do componente 4S004A pelo componente 4S004B, e do componente 5,5S004A pelo componente 5,5S004B, fase 0

Movimentos	Tempo médio operadores(s)	Tempo médio operador M.P(s)	Tempo médio Técnico(s)	Tempo médio (s)	Tempo médio (%)
Desenroscar	549	Conjunto (137)	1	550	16,65
Roscar			482	482	14,59
Colocar	291	Conjunto (173)	127	429	12,44
Ajustar			377	376	11,40
Transportar	86	124	74	283	8,59
Limpar	240			239	7,26
Esperar	156		20	176	5,33
Retirar	145		13	158	5,32
Procurar	77		43	119	3,62
Apanhar	38		47	83	2,52
Desligar/ligar	28		47	74	2,25
Anexar			69	68	2,08
Posicionar	20		29	48	1,47
Juntar			41	40	1,23
Desencaixar			40	39	1,20
Produzir	6		29	35	1,08
Deslocar-se	11		24	34	1,04
Encaixar			32	32	0,98
Arrumar			20	19	0,60
Medições			11	11	0,34
Total	1779	124	1526	3305	100

Durante a fase de análise do processo de mudança de ferramenta, observou-se uma elevada variabilidade face à sequência do processo de mudança, pois a equipa não desenvolveu as atividades de forma sequenciada.

De acordo com a figura 4.18, as atividades que consomem mais tempo por parte do operador (Op's) são desenroscar, colocar, limpar, transportar, retirar e esperar. Comparativamente, as atividades que dependem mais tempo pela parte do técnico (Tec), face ao processo de mudança de molde, são roscar, ajustar, colocar e anexar. É de realçar que o operador externo (Ope) realiza mais transporte, comparativamente com o operador e o técnico. Acrescente-se que o operador externo ajuda sempre os operadores a colocar a bobine e a desapertar as molas para colocar a bobine no alimentador de chapa. Por outro lado, a atividade esperar acontece quando o operador não consegue ou não está autorizado para realizar o ajuste da máquina, desmontar o molde, retirar o molde ou não tem informação sobre o que deve executar a seguir e também está inserido nesta atividade quando o técnico pára, para pensar o que falta no processo de montagem do conjunto do molde na prensa. É notável, na figura 4.18, que a atividade deslocar-se é realizada mais pelo técnico do que pelo operador. O valor desta atividade é importante, apesar de mínimo, não há razão aparente para existir mais deslocamento por parte do técnico.

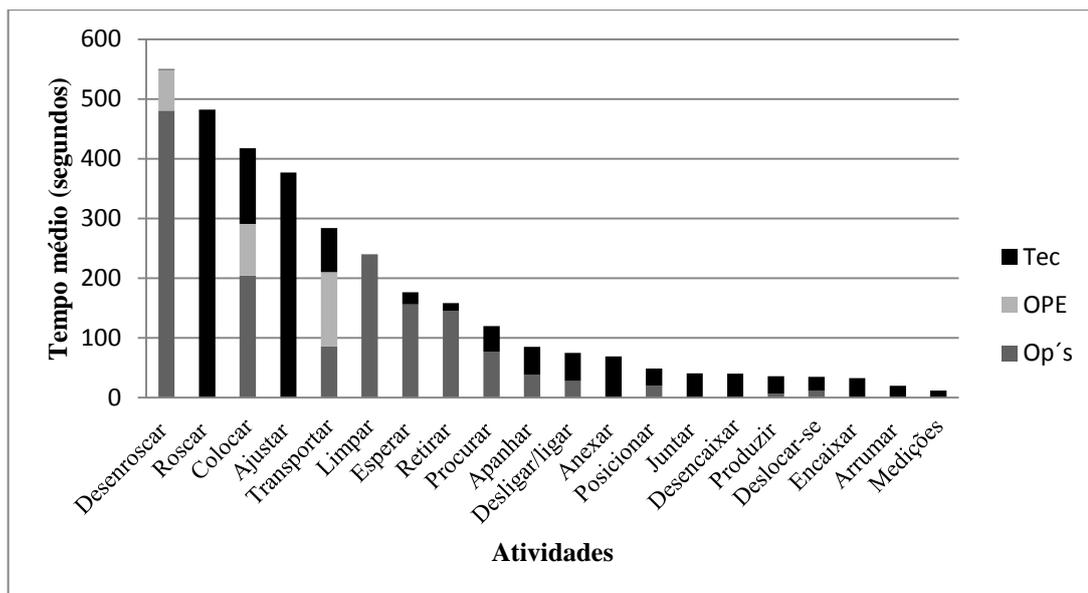


Figura 4.18 - Tempo médio das atividades desenvolvidas durante o processo de mudança de ferramenta pelos operadores e técnico na mudança de molde na prensa

A figura 4.19 evidencia as atividades desenvolvidas durante o processo de mudança de molde na prensa, percentualmente. Verifica-se que as operações desenroscar, rosca, colocar, ajustar, transportar, limpar e esperar são atividades com um grau de importância elevado, com um valor percentual acumulado do tempo de mudança de ferramenta face à duração das atividades de 76,8%, ao passo que as restantes atividades realizam 23,2% do processo de mudança de molde na prensa PHC-100-GAR. A presente dissertação irá focar-se nestas atividades, com o intuito de reduzir o tempo total de mudança de ferramenta.

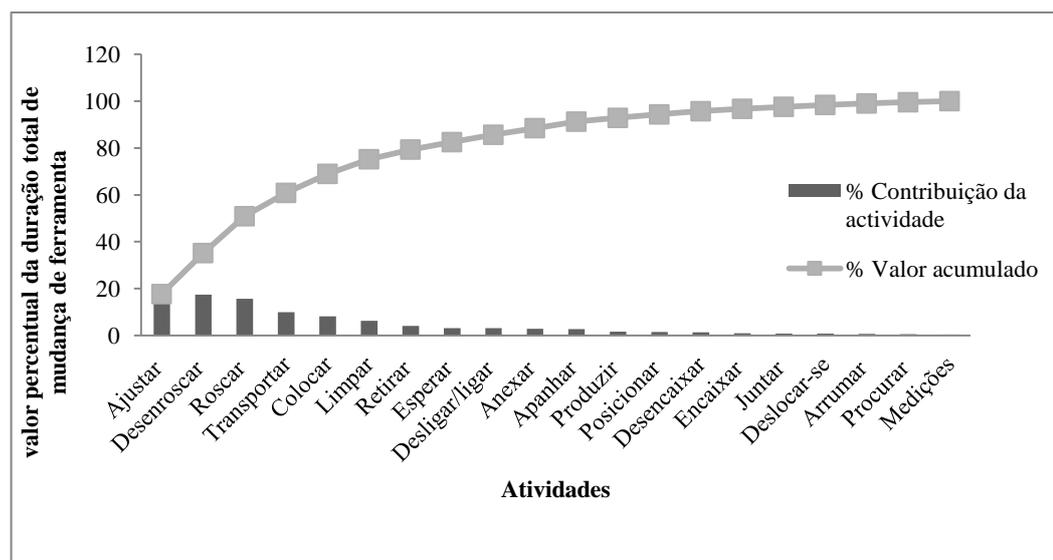


Figura 4.19 - Diagrama de Pareto das atividades envolvidas no processo de mudança de ferramenta

Em suma, pode afirmar-se que existem tarefas que são dispensáveis ao processo de mudança de molde na prensa. Por exemplo, o tempo dispensado a apanhar ferramentas ou a procurá-las, como também as deslocações sem motivo, a espera do técnico e o transporte excessivo.

Proposta de melhoria

Para facilitar o trabalho do operador e o do técnico responsável pela troca de ferramenta, é necessário implementar melhorias ao processo, que seriam o tipo de molde, isto é, alterar todos os moldes antigos para moldes atuais e modernos, que têm apenas quatro parafusos para anexar à prensa.

A empresa deverá realizar um estudo de mercado face ao processo de seleção de fornecedores de moldes. Propõe-se que a administração, ao selecionar um fornecedor, tenha em consideração custo associado, tipo de molde, dureza, facilidade de implementação, tempo de processamento do molde e tempo de entrega nas instalações, caracterizando estes parâmetros do maior ao menor fator de importância para a empresa, conforme o método de decisão *Analytic Hierarchy Process (AHP)*.

Atualmente, existe um contacto com um fornecedor de moldes, ao qual foi pedido orçamento. Propõe-se alterar cerca de 54 moldes mais utilizados, com um custo médio por molde de 2.000,00€, sendo o investimento na ordem dos 108.000,00€.

Neste momento, devido à atual conjuntura, a administração inviabilizou a proposta devido ao custo total dos moldes, mas compreendeu que a longo prazo era necessário efetuar o investimento. De acordo com o departamento financeiro, era possível gastar cerca de 2.000,00€ por mês em moldes, o que daria, ao final de quatro anos e seis meses, a elaboração dos 54 moldes mais utilizados, conforme expressos na figura 4.20. Contudo, a administração propõe dar resposta a esta situação até ao final do presente ano, a fim de reduzir os tempos de mudança de ferramenta.



Figura 4.20 - Molde atual de rápida colocação na prensa

Em suma, a proposta de alteração dos moldes foi inexecutável e foi necessário implementar o SMED-Up, para reduzir o tempo associado à mudança de ferramenta.

4.2.2 Fase 1 - Estruturar/organizar condições no processo atual

Esta fase tem como objetivo estruturar e organizar as condições no processo atual de mudança de ferramenta, com a implementação dos 5S, a formação sobre a forma de trabalhar e as ferramentas a utilizar no processo de mudança de ferramenta. Nesta fase, é realizada uma observação face ao processo de mudança de ferramenta, realizada pelo operador 1 na desmontagem do molde (no cabeçote e no punção) e no desencaixe das peças associadas ao molde (na bancada de apoio). O molde referente à desmontagem é aquele que produz o componente 4S004A do modelo BF 4S. Relativamente à montagem do molde, foi observado o técnico que realizou o encaixe das peças associadas ao molde (na bancada de apoio) e a montagem do molde na prensa (no cabeçote e no punção). O molde associado à montagem é aquele que produz os componentes 4S004B, que diz respeito ao modelo BF 4S. Nesta fase, bem como na anterior, o processo de mudança de ferramenta foi analisado através do recurso à filmagem.

Implementação 5s

Para aplicar os 5S, houve necessidade de realizar um plano estratégico de implementação com o intuito de facilitar o processo de implementação de forma rápida e clara para a equipa de trabalho. O conceito 5S preconiza ordem, método, limpeza, normalização e autodisciplina. O desenvolvimento deste conceito visa transformar o ambiente das organizações, diminuindo os desperdícios, reduzindo os custos e aumentando a produtividade da empresa, bem como a qualidade de vida da equipa de trabalho. A tabela 4.9 apresenta o plano concebido para a implementação dos 5S.

Tabela 4.9 - Plano de implementação dos 5S

Senso	Assunto	Solução	Check
SEIRI organização	Equipamentos/ material são necessários no posto de trabalho; Ferramentas e instrumentos úteis	<i>Checklist</i> Chaves, moldes, acessórios (varas, falanges, parafusos, anilhas)	√
	Ferramentas e instrumentos inúteis	Colocar no contentor dos resíduos (Restos de peças não conformes e conformes; chapas antigas de diferentes tamanhos; parafusos não conformes; Restos de papéis e sujidade; chaves que não fazem parte do posto de trabalho)	√
	Procedimentos	Criar uma lista de procedimentos referentes ao modo de trabalhar	√

Senso	Assunto	Solução	Check
SEITON Arrumação	Arrumação da bancada	<p>Parte superior mesa</p> <p>Moldes</p> <p>Ferramentas</p> <p>Parte inferior</p> <p>Material de desenvolvimento técnico</p> <p>Anilhas</p> <p>Parafusos</p> <p>Varas do maior para o menor</p> <p>Falanges</p>	√
	Arrumação do armário	Criar planeamento do processo de arrumação e codificação das peças associadas aos moldes	X
	Contentor dos resíduos	Colocar o contentor de rápido acesso	√
SEISO Limpeza	Bancada	Limpar e deixar organizado	√
	Torno mecânico	Limpar	√
	Prensa	Limpar	√
	Piso	Limpar	√
	Armários	Limpar	√
	Contentor de desperdício de chapa	Limpar	√
	Ferramentas: chaves e moldes	Limpar e deixar organizado	√
SEIKETRU Normalização	Uso dos EPI	Verificar o uso adequado para a tarefa exercida	√
	Verificação	Na equipa, destacar um inspetor da limpeza	√
	Definir procedimentos de limpeza	Criar avisos de disciplina	√
	Uniforme limpo e apresentável	Na equipa, destacar um inspetor da limpeza	√
SHITSUKE Autodisciplina	Registos de manutenção adequada	Folha de registos	√
	Inspeção interna	Criar um dia mensal de inspeção interna	√

Ao implementar o plano, foi necessário criar uma *checklist* referente aos equipamentos existentes no posto de trabalho, validando a sua utilidade e inutilidade, frequência de utilização e as observações. O anexo III apresenta a *checklist* criada para esse efeito.

Concebeu-se um procedimento de trabalho para qualquer operador ser capaz de efetuar as atividades no posto de trabalho, em relação à prensa e para efetuar a mudança de ferramenta, conforme salienta o anexo IV.

Organização do posto de trabalho

Bancada

A bancada encontrava-se desorganizada, como explica a fase 0, sugeriu-se que os moldes comuns continuassem na mesa de trabalho de forma arrumada. A prateleira deveria ficar com os acessórios utilizados nos diversos moldes por tipo de acessório, como exemplifica a figura 4.21. Contudo, é de salientar que as imagens recolhidas têm um mês, sensivelmente, desde que foi realizada a organização da bancada.



Figura 4.21 - Bancada de trabalho, fase 1 da metodologia SMED-Up

Armário

A arrumação do armário está em processo de implementação, devido à sua complexidade e ficou agendado para o início de maio de 2014, conforme salienta a tabela 4.10, para ser possível cumprir o plano de implementação dos 5S, especificamente, no senso “*Seiton*” relativo à arrumação das ferramentas.

Tabela 4.10 - Planeamento do processo de arrumação e codificação das peças associadas aos moldes arrumadas no armário

Etapas	meses	maio	junho	julho
1		Definição da codificação das peças constituintes dos moldes		
2		Planeamento da arrumação das peças associadas ao molde		
3			Preparação do material necessário para o processo	
4			Execução do processo de arrumação e codificação das peças dos moldes	Execução do processo de arrumação e codificação das peças dos moldes

A proposta baseia-se em quatro etapas de implementação. A primeira refere-se à definição da codificação dos moldes que envolveu o estudo prévio sobre as distintas peças existentes no molde, com o intuito de encontrar formas de codificá-las. Foi possível distinguir 3 formas de codificação, conforme salienta a tabela 4.10. A segunda etapa visa a criação de um planeamento de arrumação dos referidos moldes, pelo que se distribuíram os moldes associados aos componentes por modelos. A terceira etapa pretende criar e obter o material necessário para a marcação das peças associadas aos moldes. A quarta e última etapa é o planeamento do processo de codificação e arrumação dos moldes nos armários. Na tabela 4.11, é possível verificar as etapas constituintes do processo de arrumação das ferramentas guardadas nos armários, bem como a sua descrição.

Tabela 4.11 - Proposta de arrumação e codificação das ferramentas de mudança de moldes nos armários

Etapas	Descrição		
1-Codificação dos moldes	<p>Lista de todos os componentes existentes com o seguinte Código: [Ferramenta][Cod.peça][Etapa]-[Conjunto S/I] Legenda: Ferramenta= Molde (M) Cod.peça- Código da peça já existente Etapa – [A,B,C,D,E,F] Conjunto – [Inferior=0 Superior = 1]</p>	<p>Verificar os moldes que são comuns e fazer uma lista codificada [Ferramenta][Código]-[Conjunto S/I] Legenda: Ferramenta: Molde (M) Código: Seria por exemplo 1000... Conjunto – [Inferior/ Superior = 0/1</p>	<p>Para os moldes que se anexam diretamente à prensa (os que estão na bancada): [Ferramenta][Código]-[Conjunto S/I] Legenda: Ferramenta: Molde (M) Máquina: Prensa 1,2,3,4,5 Modelos: os modelos abrangidos (ex: 1.5S-13S) Conjunto: Superior=1 Inferior =0</p>
2 - Organizar os moldes nos armários	<p>Armário 1 Componentes 001-006 do modelo BFS : 1 Prateleira:BF4S/BF5.5S 2 Prateleira:BF13S/BF20S 3 Prateleira:BF21S/BF35S 4 Prateleira: BF 60S/BF80 5 Prateleira:BF10S</p>	<p>Armário 2 Componentes 001-006 do modelo BFS : 1 Prateleira:BF1.5S/BF2.8S 2 Prateleira:BF120S 3 Prateleira:BF14V/BF9V 4 Prateleira:BF6V Componentes do modelo BFA 5 Prateleira: BFA</p>	<p>Armário 3 Componentes 007-0023 do modelo BFS : 1 – 3 prateleira: BF1.5S-BF120S 4 prateleira: BF14V-BF6V Componentes do modelo BFA 5 Prateleira: BFA 5 Prateleira:</p>
3 - Obtenção do material necessário	<p>Papéis de marcação <i>stencil</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Com o alfabeto (tamanho 0,8cm x 0,8cm com uma distância de 0,3 cm); ▪ Com numeração, 0-9 (tamanho 0,8 cm x 0,8 cm com uma distância de 0,5 cm). <p>Molde de papel (plastificado)</p>		
4 – Processo de codificação	<p>Para codificar será necessário seguir as tarefas pela sequência:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Retirar os moldes por prateleiras ▪ Retirar o molde e colocar o <i>post-it</i> com o código da peça associada ao molde ▪ Marcar o molde e fazer a ficha do molde ▪ Colocar na prateleira temporária. ▪ Polir o molde só na zona de marcação ▪ Colocar na prateleira até que todo o armário esteja livre e limpo ▪ Transportar os moldes em paletes por prateleira ▪ Cada vez que é arrumado um molde, é realizada a ficha técnica referente à localização, para saber onde estão todos os moldes. ▪ Colocar tudo na base de dados 		

Formação aos operadores de mudança de ferramenta

Nesta fase, foi ministrada à equipa de trabalho uma ação de formação. Esta permitiu à equipa de trabalho compreender o conceito dos 5S e do SMED-Up. Além da compreensão, houve a aplicação dos mesmos. Nesta formação, a equipa de trabalho percebeu que bastam pequenas alterações para reduzir o tempo de mudança de ferramenta. Além deste fator, apreenderam a importância da organização das ferramentas (chaves manuais, peças dos moldes, parafusos, flanges, varas, etc.), do sequenciamento das operações, do ritmo de trabalho e da qualidade (fazer bem à primeira).

Durante a ação de formação, explicou-se a importância de que, ao perder tempo com operações que não acrescentam valor, isso iria reflectir-se no custo do produto para a empresa. Por outro lado, a melhoria das tarefas desenvolvidas no posto de trabalho teria que ser sequenciada, para reduzir os tempos, aumentando a produtividade.

No final da formação, como a Britefil, S.A. é uma empresa certificada, os formandos assinaram um documento em como obtiveram conhecimentos sobre a nova forma de realizar a mudança de ferramenta.

Fluxo do processo de mudança de ferramenta-Análise da *checklist*

Com os dados recolhidos através de vídeo realizado na fábrica durante a mudança de molde associado à fabricação dos componentes 4S004A pelo componente 4S004B, foi possível observar e analisar as atividades efetuadas.

O anexo V apresenta a *checklist* efetuada após ter sido estruturado e organizado o posto de trabalho. Os valores apresentados foram obtidos com o recurso à filmagem. É de salientar que, com as implementações da metodologia 5s e o sequenciamento do processo de mudança de ferramenta, é possível a redução de 367 segundos, exatamente 6 minutos do tempo total de mudança de molde. O tempo de mudança de ferramenta é realizado em 49 minutos (2937 segundos).

Com o auxílio da *Checklist*, verificou-se que o operador da equipa de trabalho realizava a produção da última peça do lote e a desmontagem do molde na prensa (no cabeçote e no punção) e a desmontagem das peças associas ao molde na bancada de apoio, com o auxílio do torno mecânico, efetuando as etapas 1,2 e 3, conforme salienta a tabela 4.12. Ao passo que o operador externo à equipa de trabalho desenvolveu a etapa 4 sem a ajuda do operador. Relativamente ao técnico, este continua a desmontar o molde, desenvolver as mesmas etapas 5, 6, 7 e 8.

Tabela 4.12 - Etapas realizadas durante o processo de mudança de molde face à produção dos componentes 4S004A, 4S004B, fase 1

Etapa	Descrição	Tempo médio (s)	Colaborador
1	Produção da última peça do lote e alteração do modo de funcionamento da prensa	157	Operador
2	Desmontar o molde superior e inferior da prensa (ligação do molde entre o cabeçote e punção)	417	Operador
3	Desmontar as peças associadas ao molde superior e inferior na bancada	452	Operador
4	Transportar a chapa desde o armazém das matérias – primas até ao alimentador de chapa	344	Operador M.P.
5	Montagem das peças associadas ao molde inferior na bancada com o auxílio ao torno mecânico	230	Técnico
6	Montagem das peças associadas ao molde superior na bancada com o auxílio ao torno mecânico	240	Técnico
7	Montagem dos conjuntos do molde superior e inferior à prensa	595	Técnico
8	Ajustes do cursor do cabeçote e do punção e dos ajustes à linha de chapa	501	Técnico
Total		2937	

Relativamente às atividades, verifica-se um decréscimo face às atividades consideradas “muda” (Pascal, 2007) pela presente dissertação, conforme salienta a figura 4.22. Este decréscimo deve-se à ação de formação e à organização do posto de trabalho.

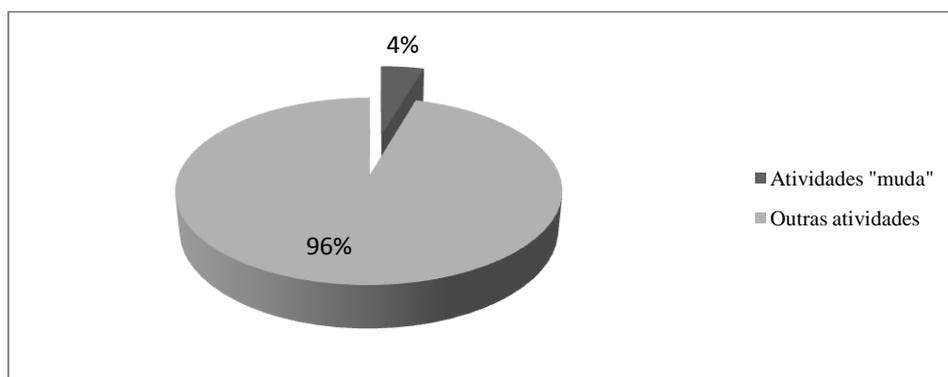


Figura 4.22 - Valor percentual do tempo médio de mudança de ferramenta, fase 1

Verifica-se que, apesar da organização e limpeza do posto de trabalho, bem como da ação de formação desenvolvida na empresa, a atividade procurar não foi totalmente eliminada, passou para 15 segundos, conforme tabela 4.13. É de salientar que a atividade deslocar-se também sofreu um decréscimo por parte do técnico, sendo desenvolvida em 23 segundos. Atualmente, o operador limpa os moldes em 184 segundos, ficando limpos e utilizáveis nas próximas produções.

Tabela 4.13 - Resumo do tempo médio das atividades em minutos de mudança dos moldes 4S004A, 4S004B, fase 1

Movimentos	Tempo (s) operador	Tempo (s) operador M.P.	Tempo (s) Técnico	Tempo total (s)	Tempo total (%)
Desenroscar	513		1	514	17,49
Roscar			462	462	15,72
Colocar	114		124	238	8,12
Ajustar			520	520	17,69
Transportar	74	157	61	292	9,95
Limpar	184			184	6,25
Esperar	93			93	3,17
Retirar	109		12	121	4,12
Procurar	15			15	0,51
Apanhar	23		59	82	2,78
Desligar/ligar	25		67	92	3,15
Anexar			82	82	2,80
Posicionar	43			43	1,48
Juntar			25	25	0,86
Desencaixar			40	40	1,36
Produzir	7		40	47	1,61
Deslocar-se	14		10	23	0,80
Encaixar			30	30	1,03
Arrumar			19	19	0,63
Medições			14	14	0,49
Total	1214	157	1566	2937	100

De acordo com a figura 4.23, as atividades mais importantes e para as quais devem ser encontradas soluções continuam a ser ajustar, desenroscar, roscar, transportar, colocar limpar e retirar. Contudo, a forma como o operador e o técnico executam o trabalho ainda não está totalmente sequenciada. Deste modo, existiram atividades que sofreram um aumento, como é o caso de ajustes, anexar, desencaixar, desligar/ligar, medição, produzir, transportar. As restantes sofreram um decréscimo, todavia, esta etapa veio salientar a importância da normalização do trabalho. Os valores adquiridos nesta fase foram, posteriormente, a formação e a implementação dos 5S.

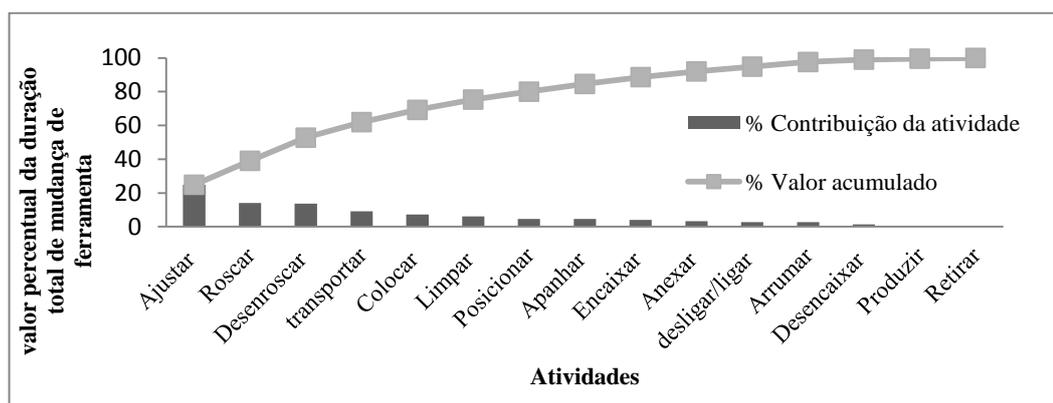


Figura 4.23 - Diagrama de Pareto das atividades desenvolvidas pela equipa no processo de mudança de ferramenta na fase 1

Verificou-se que as atividades “muda” (Pascal, 2007) não foram totalmente eliminadas, porém, reduziu em parte o seu tempo, nomeadamente, as atividades: procurar, esperar, deslocar-se e colocar. Verifica-se que a formação e a implementação dos 5S foram fundamentais para o processo de mudança de molde.

4.2.3 Fase 2 - Otimizar as operações do processo atual

Com exclusão da proposta de melhoria mencionada na análise crítica do processo atual da fase 1, e analisando a situação atual, as atividades que despendem mais tempo são o roscar e desenroscar, ajustar, transportar. As melhorias propostas para realizar o trabalho, eficazmente, estão apresentadas na tabela 4.14, discriminado o problema, o valor percentual do tempo médio despendido, a solução e o material para a realização do mesmo. Nesta fase, foi realizada apenas uma observação realizada pelo operador 1 e pelo técnico relativo à mudança do molde face à produção do componente 5,5S004A para o componente 5,5S004B.

Tabela 4.14 - Resumo das melhorias implementadas no processo de mudança de ferramenta, de acordo com as atividades mencionadas no diagrama de Pareto na fase 1

Problema	Tempo médio (%) ⁽¹⁾	Solução	Material
Roscar	15,7	Alterar ferramenta manual para uma ferramenta automática	Chave de roquete pneumática
Desenroscar	17,5	Alterar ferramenta manual para uma ferramenta automática	Chave de roquete pneumática
Ajustar	17,7	Definir valores e posicionadores de referência para facilitar o processo de ajustes do punção e do cabeçote da matriz	Documento de parametrização/ base de dados
Colocar	8,1	Organizar diariamente a bancada de forma que todos os acessórios bem como instrumentos inerentes ao molde sejam de fácil colocação	Limpar e organizar acessórios
Transportar	10,0	Transportar o molde para a bancada de uma só vez	Carro de apoio
Apanhar	2,8	Colocar as ferramentas todas no mesmo sítio com acesso visual rápido	Colocar ferramentas no carro de apoio

(1)- Percentagem do tempo médio, no processo total de mudança de ferramenta (3 observações visualizadas)

A tabela 4.15 apresenta os problemas face ao processo de mudança de ferramenta, a solução encontrada para cada um deles, o seu processo de implementação e a aplicação no processo. Quanto ao tempo dissolvido pelo operador e pelo técnico a roscar e desenroscar os parafusos com a chave manual, a solução é uma chave pneumática. Para o excesso de transporte, a solução é um carro de apoio à mudança de ferramenta, o qual veio solucionar o excesso que existia ao apanhar as ferramentas. Todas as ferramentas necessárias à mudança encontram-se no carro de apoio.

Tabela 4.15 - Solução, implementação e aplicação do problema existente face ao processo de mudança de ferramenta

Problema	Solução	Implementação- Aplicação no processo
Roscar / desenroscar Análise de ferramentas	Com o sistema de ar comprimido (4-8 bar,) foi possível alterar a chave manual para uma chave pneumática. Estudaram-se duas ferramentas, nomeadamente, a designada chave borboleta e a chave de roquete. Para validar a ferramenta ergonomicamente, houve necessidade de analisá-las com acesso a <i>Handtool Analysis Checklist</i> , anexo VI. A chave borboleta foi rejeitada devido à sua limitação face à força exercida no parafuso.	Ao implementar a chave de roquete pneumática (figura 21) no molde anexado ao cabeçote da prensa, verificou-se que o acesso para roscar e desenroscar os parafusos teria de ser na diagonal, dado que na vertical era impossível.  Figura 4.24 - Chave de roquete implementada no processo de mudança da ferramenta Contudo, com uma chave sextavado de cabeça redonda, foi possível apertar e desapertar parafusos na diagonal, conforme salienta a figura 22.  Figura 4.25 - Chaves sextavado de cabeça redonda para acoplar a chave de roquete

Problema	Solução	Implementação-Aplicação no processo
Transporte/apanhar Conceção do carro de apoio à mudança do molde	<p>Construir um carro de apoio resistente, com as seguintes especificações: Espaço para as ferramentas (pneumáticas e manuais); Divisórias, os parafusos seriam colocadas de forma organizada, em tamanhos; Espaço para colocar o molde; Divisórias, os acessórios do molde a montar ou a desmontar; Rodas com travões com força máxima de 100 N; Bancada para suportar um peso de 50kg, sendo o peso do molde cerca de 35-40 kg.</p> <p>O carro de apoio foi desenhado no <i>software Solidworks</i>, conforme salienta o anexoVII. No carro de apoio, não se desenharam as rodas, pois foram adquiridas no mercado dois tipos de rodas. Como se verifica nas especificações, duas das rodas são rotativas e com travões, não existindo necessidade de colocar rotatividade nas outras duas rodas.</p>	<p>Para implementar o carro de apoio, foi necessário dar o anexo VII ao serralheiro, para que este pudesse produzir. A construção da mesa foi realizada na base do ferro, tubos de 50 mm e chapa, sendo as suas ligações/uniões em soldadura por arco elétrico com gás de proteção.</p>
Ajuste da prensa	<p>Como o ajuste da prensa requer demasiado tempo por parte do técnico, criou-se um documento de consulta para facilitar o ajuste. O documento contém a parametrização do molde, com o código do componente, as chaves necessárias, os parafusos, a prensa, todos os constituintes associados ao molde, bem como os ajustes e as forças necessárias para a bancada e para o alimentador de chapa. Para que no futuro este ajuste seja aplicado a todos os moldes, será desenvolvida uma base de dados em <i>Microsoft Access</i>, para facilitar a parametrização em geral.</p>	<p>Ao implementar o documento informativo, foi necessário que o técnico parametrizasse os moldes alvo do estudo. O operador participou nesta parametrização com o intuito de aprender a realizá-la, para que no futuro o técnico somente verifique se a máquina está pronta a operar.</p>



Figura 4.26 - Desenho do carro de apoio em *solidworks*.



Figura 4.27 - Carro de apoio à mudança de ferramenta



Figura 4.28 - Parametrização dos ajustes do molde à prensa- ficha técnica, anexo VIII

As soluções encontradas facilitam o processo de mudança de molde face ao tempo, especificamente, a redução do tempo das atividades desenvolvidas durante o processo. A otimização das operações teve um custo associado de 559,00€, nomeadamente:

- Chave de roquete 200,00€ acoplada a uma chave de sextavado de cabeça redonda (10,00€) e 5,00€ cada, chave normal (total de 250€);
- O ferro necessário para fabricar o carro de apoio foi de 60,00€ em vigas L, mais o custo associado à mão de obra de 75,00€ e das rodas 74,00 € (total de 209,00€)
- A parametrização e ajustes tiveram um custo de 100,00€

Relativamente à produção dos componentes, verificou-se que o operador, ao realizar 20 peças, corta a chapa inox com uma tesoura e vai colocar no contentor de chapa. Esta situação acarreta um desperdício de tempo de 1 hora, num lote de 6000 componentes, parando de 20 em 20 peças, consumindo assim 12 segundos a cortar a chapa e levá-la ao contentor de chapa. Com o intuito de otimizar o processo de produção, implementou-se uma tesoura guilhotina com um bidão, no qual a chapa ficaria depositada ao ser cortada.

Procedimento normalizado para a mudança de ferramenta

O funcionamento *standard* é o modo como a equipa de trabalho realiza as suas tarefas, sequencialmente. O principal objetivo desde funcionamento *standard* é o alcance da produtividade e segurança das operações através de:

- Identificação e eliminação de desperdícios;
- O correto uso da prensa e das ferramentas;
- Garantir a sequência das operações;
- A formação e evolução da equipa de trabalho;
- Redução de movimentos.

Para o funcionamento *standard*, houve necessidade de criar um fluxo do processo face ao operador e ao técnico. A figura 4.29 salienta o documento que descreve, detalhadamente, as operações de forma esquemática face ao funcionamento *standard* no processo de mudança de molde.

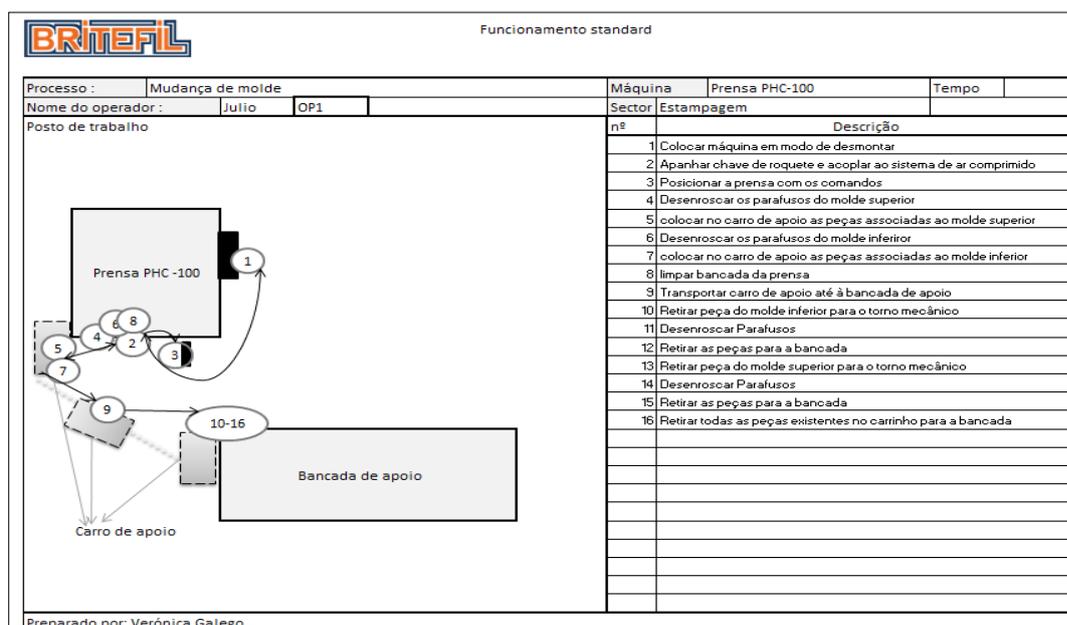


Figura 4.29 - Documento das operações a desenvolver pelo operador 1

A *checklist* da fase 0 teve de ser tratada, pois as atividades não eram realizadas pela mesma ordem, nesta fase, as atividades eram desenvolvidas sempre da mesma maneira, com as ferramentas atuais.

Fluxo do processo de mudança de ferramenta - Análise da *Checklist*

Os dados foram recolhidos durante a mudança de molde associado à fabricação dos componentes 4S004A pelo componente 5,5S004A e foi possível observar e analisar as atividades efetuadas.

Ao implementar as soluções impostas pela presente dissertação, com o intuito de reduzir as atividades com elevada importância, verificou-se uma redução face ao tempo associado à mudança de ferramenta na ordem dos 22 minutos (1306 segundos). O processo de mudança de ferramenta é realizado em 1631 segundos, conforme tabela 4.16.

Ao analisar a *checklist* (anexo X), verificou-se que o operador realiza a última peça do molde e a desmontagem das peças do molde, tanto na prensa como na bancada de apoio, concretizando as etapas 1,2,3 em 545 segundos. O técnico e o operador realizam a montagem das peças do molde tanto na bancada como na prensa, etapas 4,5,6, dispensando 1086 segundos. É de salientar que existem atividades desenvolvidas em paralelo durante as etapas 4,5,6, como é o caso do operador externo realizar o transporte da bobine na etapa 5. Tendo em conta o funcionamento *standard* apresentado ao operador, verifica-se que, além das atividades estipuladas, este aprendeu com o técnico a realizar a montagem dos conjuntos do molde e os ajustes na prensa, superando as expectativas.

Tabela 4.16 - Etapas realizadas durante o processo de mudança de molde face à produção dos componentes 4S004A pelo componente 5,5S004A, fase 2

Etapa	Descrição	Tempo (s)	Colaborador
1	Produção da última peça do lote	3	Operador
2	Desmontar o molde superior e inferior da prensa (ligação do molde entre o cabeçote e punção)	285	Operador
3	Desmontar as peças associadas ao molde superior e inferior na bancada	257	Operador
4	Trazer novo molde do armário; Montagem das peças associadas ao molde superior e inferior na bancada com o auxílio ao torno mecânico	310	Operador/Operador externo/Técnico
5	Transportar a chapa desde o armazém das matérias-primas até ao alimentador de chapa; Montagem dos conjuntos do molde superior e inferior à prensa e ajustar	453	Operador/Técnico
6	Ajustes do cursor do cabeçote e do punção e dos ajustes à linha de chapa, produção da primeira peça boa do lote	324	Operador/Técnico
Total		1631	

Após realizadas as fases 1 e 2 do SMED-Up, o operador e o técnico executam algumas tarefas, paralelamente. Relativamente às atividades que foram otimizadas, constatou-se que a atividade desenroscar diminuiu cerca de 290 segundos, ao passo que a tarefa roscar reduziu 231 segundos no processo de mudança de ferramenta. Ao implementar o carro de apoio, verificou-se que a atividade transportar reduziu 242 segundos, passando de 292 segundos para 50 segundos, no desenvolvimento do processo. A atividade ajustar obteve uma redução pouco significativa, comparativamente com as restantes, passando de 520 segundos, na fase 1, para 406 segundos no processo de mudança de ferramenta, na fase 2. A tabela 4.17 salienta o tempo efetuado na mudança de ferramenta nas fases 1 e 2 e a diferença obtida entre as fases, face às atividades que sofreram alterações, isto é, que são realizadas de forma diferente da fase anterior.

Tabela 4.17 - Comparação das atividades otimizadas face ao tempo de mudança de ferramenta nas fases 1 e 2

Atividades	Tempo fase 1 (s)	Tempo fase 2 (s)	Diferença da fase 1 para a fase 2 (s)
Desenroscar	514	224	290
Roscar	462	231	231
Transportar	292	50	242
Ajustar	520	406	114

Relativamente às restantes atividades, verifica-se que as atividades anexar, apanhar, colocar, desencaixar, desligar/ligar, produzir e retirar reduziram o seu tempo face ao processo de mudança de ferramenta. Porém, algumas atividades aumentaram o seu valor, nomeadamente, arrumar, encaixar, limpar e posicionar. Na fase anterior, o técnico arrumava o molde, atualmente, além dessa atividade, o operador arruma as ferramentas no carro de apoio ao terminar todo o processo de mudança de ferramenta. Relativamente às atividades encaixar e posicionar, deve-se ao facto de o operador realizar em parte as atividades e verificar mais do que uma vez se o encaixe estava bem realizado e se o posicionamento da prensa era o ideal para realizar a montagem das peças do molde na prensa (cabecote e punção). A atividade limpar sofreu um aumento, pois o operador, ao desmontar cada peça do molde na bancada de apoio, com ajuda do torno mecânico, este é logo limpo por peças, enquanto na fase anterior somente no final da desmontagem se realizava a limpeza de todas as peças existentes no molde. É de salientar a atividade medir, que foi reduzida, pois só exerce uma confirmação o documento de parametrização. A atividade deslocar-se foi totalmente eliminada, não existindo qualquer deslocação do operador ou do técnico. A tabela 4.18 apresenta os tempos do operador, operador externo e técnico face às atividades desenvolvidas durante o processo

de mudança de ferramenta, bem como o tempo total em segundos e a percentagem do tempo total. Verifica-se que o operador e o técnico realizam 380 segundos em paralelo.

Tabela 4.18 - Resumo das atividades desenvolvidas pelo operador 1 e 2 e o técnico na fase 2 do processo de mudança de ferramenta

Atividades	Tempo (s) operadores	Tempo (s) operador M.P.	Tempo (s) Técnico	Tempo ativ. em paralelo (s)	Tempo Total (s)	Tempo Total (%)
Desenroscar	240			16	224	13,7
Roscar	102		129		231	14,2
Colocar	108		59	49	118	7,2
Ajustar	383		171	148	406	24,9
Transportar	139	100	36	125	150	9,2
Limpar	100		8	8	100	6,1
Esperar						
Retirar	11			4	7	0,4
Procurar						
Apanhar	60		22	7	75	4,6
Desligar/ligar	18		28		46	2,8
Anexar	55				55	3,4
Posicionar	23		53		76	4,7
Juntar						
Desencaixar	6		17		23	1,4
Produzir	3		6		9	0,6
Deslocar-se						
Encaixar	8		58		66	4,0
Arrumar			64	19	45	2,8
Medições			4		4	0,2
Total				380	1631	100

De acordo com a figura 4.30, verificam-se as 15 atividades que acrescentam valor ao processo de mudança de ferramenta. As atividades que têm um grau de importância elevado face ao processo de mudança de ferramenta são ajustar, roscar, desenroscar, transportar, colocar consumindo, aproximadamente, 70% do processo (classe A).

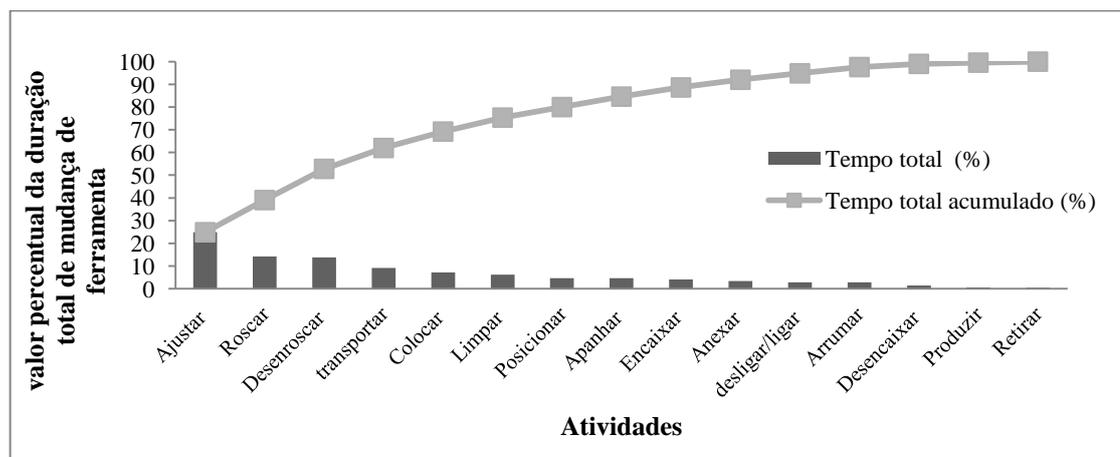


Figura 4.30 - Diagrama de Pareto face à contribuição das atividades desenvolvidas durante o processo de mudança de ferramenta, fase 2

Após a análise efetuada às atividades desenvolvidas pela equipa no processo de mudança de ferramenta, é necessário distinguir as operações e alterar alguma sequência de trabalho que possa ser efetuada de outra forma.

4.2.4 Fase 3 - Separar operações internas e externas

Nesta fase, distinguem-se as atividades realizadas durante o processo de mudança de ferramenta, com o intuito de verificar o tipo de atividade desenvolvida pela equipa de trabalho. O tipo de atividade distingue-se como atividades interna e externa. Destaca-se que a metodologia SMED-Up e SMED distingue o tipo de atividade da mesma forma. Nesta fase, após a separação das atividades interna e externa, é realizada uma previsão das atividades que podem, eventualmente, ser eliminadas ou ser realizadas enquanto a máquina está em funcionamento.

Distinguir atividades interna e externa

De acordo com a presente dissertação, é necessário distinguir as atividades desenvolvidas no processo de mudança de ferramenta. As operações diferenciam-se da seguinte forma:

- **Interna-** Atividade de montagem ou remoção de ferramentas/molde, podendo ser executado somente com a máquina parada.
- **Externa-** Atividade de transporte de moldes para o sistema de armazenagem, transporte do novo molde para a máquina, podendo ser realizado enquanto a máquina está a operar.

Para distinguir as atividades interna e externa, recorreu-se à *checklist* da fase anterior, de modo a verificar o tipo de atividade desenvolvida durante o processo de mudança de molde. A tabela 4.19 destaca o tipo de atividades interna ou externa, de acordo com a etapa realizada durante o processo de mudança de ferramenta. Verifica-se que as atividades internas representam 97% do tempo total de mudança de molde (1587 segundos), enquanto as atividades externas consomem 3% desse tempo (44 segundos). Os valores percentuais mencionados, anteriormente, foram encontrados pelo somatório do tempo total das atividades interna e externa separadamente a dividir pelo somatório do tempo total de mudança de ferramenta. É de realçar a etapa 6, que realiza os ajustes do cursor do cabeçote e do punção, bem como o ajuste da linha de chapa e a produção da primeira peça boa, efetuam atividades internas e externas, sendo a única etapa que realiza atividades externas em todo o processo de mudança do molde.

Tabela 4.19 - Etapas realizadas durante o processo de mudança de molde face à produção dos componentes 4S004A, 5,5S004A, fase 2 (anexo X)

Etapa	Descrição	Tempo das Ativ. internas (s)	Tempo das Ativ. externas (s)
1	Produção da última peça do lote	3	
2	Desmontar o molde superior e inferior da prensa (ligação do molde entre o cabeçote e punção)	285	
3	Desmontar as peças associadas ao molde superior e inferior na bancada	257	
4	Trazer novo molde do armário; Montagem das peças associadas ao molde superior e inferior na bancada com o auxílio ao torno mecânico	310	
5	Transportar a chapa desde o armazém das matérias-primas até ao alimentador de chapa; Montagem dos conjuntos do molde superior e inferior à prensa e ajustar	453	
6	Ajustes do cursor do cabeçote e do punção e dos ajustes à linha de chapa, produção da primeira peça boa do lote	279	44
Total		1587	44

É imprescindível focar a possibilidade de existir um incremento de tempo face às atividades externas que, por serem realizadas paralelamente, não estão contabilizadas no tempo total de mudança de molde. A tabela 4.20 apresenta os tempos de mudança de molde face às atividades interna e externa realizadas pelo operador, operador externo, técnico e as atividades desenvolvidas paralelamente. Verifica-se que o técnico exerce 64 segundos de atividade externa, especificamente, no ajuste final dos cursores, na produção da primeira peça boa do lote e no transporte das ferramentas no carro de apoio. É de salientar que o operador realiza 1256 segundos, ao passo que o técnico apresenta 591 segundos e o operador externo realiza 100 segundos de transporte e, paralelamente, realizam aproximadamente 360 segundos em operações internas.

Tabela 4.20 - Tempo associado às atividades desenvolvidas no processo de mudança de ferramenta fase 3, considerando o tipo de operação (interna ou externa)

Tarefas	Tempo das atividades (segundos)					
	Internas				Externas	
	Operador	Operador externo	Técnico	Atividades paralelas	Técnico	Atividades paralelas
Ajustar	383		133	148	38	
Anexar	55					
Apanhar	60		22	7		
Arrumar			64	19		
Colocar	108		59	49		
Desencaixar	5		17			
Desenroscar	241			16		
Encaixar	8		58			
Ligar/desligar	18		28			
Limpar	99		8	8		
Medir			4	4		
Posicionar	23		52			
Produzir	3				6	
Retirar	11			4		
Roscar	102		130			
Transportar	140	100	16	105	20	20

Verifica-se a existência de algumas atividades internas que podem ser realizadas externamente. Contudo, existem algumas atividades internas e externas que podem ser eliminadas do processo de mudança de ferramenta. A tabela 4.21 descreve as atividades internas que podem ser realizadas enquanto a prensa está em funcionamento e atividades externas que podem ser eliminadas. Estas estão alistadas nas etapas 2, 4, 5 e 6. É de salientar as atividades que serão deslocadas para as atividades externas ou eliminadas, especificamente, as operações transportar, ajustar e colocar. Estas atividades foram comentadas e discutidas com a equipa de trabalho, com o intuito de alterar a sua ordem de execução durante o processo de mudança de ferramenta. Ao proceder à mudança do molde, o técnico deverá iniciar o seu processo, mesmo que o operador ainda não tenha terminado o lote. O técnico tem o dever de ir retirar o molde novo para a bancada de apoio e desmontá-lo. A bobine deverá ser colocada ainda com o operador a realizar a produção, isto é, faltando 40 peças para terminar o lote, o operador externo já pode transportar, colocar e ajustar a bobine no alimentador de chapa. Relativamente aos ajustes efetuados externamente, pediu-se ao técnico que os verificasse com o documento de parametrização da prensa, de forma a não realizar tantos ajustes. Foi-lhes dito que o carro de apoio estaria durante todo o processo produtivo junto da prensa, de forma a eliminar os transportes efetuados com o carro.

Tabela 4.21 - Descrição de atividades internas e externas presentes na *checklist* (anexo XI)

Etapa	Atividade	Descrição	Tipo de atividades
2	Transportar	Transportou o carro de apoio junto à bancada até a máquina	Internas
4	Transportar	Dirigiu-se ao armário e transportou o molde novo	
	Desencaixar	Desencaixou os conjuntos superiores e inferior na bancada	
	Limpar	Limpou os conjuntos	
	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M10 que estava no carro de apoio	
	Colocar	Colocou a cabeça da chave M 10 no corpo da pneumática	
	Anexar	Juntou o molde na bancada com o molde na horizontal	
	Roscar	Roscou os parafusos no molde c/ ferramenta manual de forma a alinhar	
Transportar	Transportou o conjunto do molde superior da bancada para o torno mecânico		
Roscar	Roscou os 4 parafusos do conjunto do molde superior com a chave pneumática M10		
5	Retirar	Retirou os restos de bobine do alimentador	
	Transportar	Transportou a bobine desde o armazém de matérias-primas até a prensa	
	Colocar	Colocou a bobine no alimentador de chapa	
	Ajustar	Ajustou a bobine ao alimentador de chapa	
	Transportar	Retirou do carro superior as peças de ajuste da pressão da prensa	
Colocar	Colocou as peças de ajuste da força/pressão inferior e superior		
6	Arrumar	Arrumar as ferramentas no carro de apoio	Externas
	Transportar	Transportar o carro de apoio à bancada	
	Ajustar	Ajustar novamente chapa no molde	
	Ajustar	Ajustar prensa no punção	

Esta fase permitiu à equipa de trabalho compreender que, ao realizar as atividades previamente, o tempo de mudança de molde iria reduzir.

4.2.5 Fase 4 – converter atividades internas em externas

Nesta fase, realiza-se a última observação ao processo de mudança de molde. Estas observações, tal como as anteriores, foram realizadas com recurso à filmagem, sendo uma única observação realizada pelo operador 1 e pelo técnico ao mudar o molde que realiza o componente 4S004A para o molde que produz o componente 5.5S004A. Neste sentido, é apresentado o tempo associado e a descrição das etapas que sofrem alteração face às atividades interna e externa, bem como as atividades que sofreram uma redução de tempo e começaram a ser realizadas durante o tempo que o operador está a produzir.

Conversão das atividades - análise da *checklist*

Ao converter as atividades internas em externas, verificou-se que o tempo total de mudança de molde diminuiu aproximadamente 1 minuto. Comparativamente com a fase 3, verificou-se um acréscimo de 55 segundos relativamente às atividades externas e um decréscimo de 134 segundos face às atividades internas. De acordo com a tabela 4.22, verifica-se que, na etapa 1, que diz respeito à última peça produzida, alteraram-se as atividades internas provenientes das etapas 4,5 para atividades externa. Na etapa 6, que diz respeito aos ajustes do cursor do cabeçote e do punção e dos ajustes à linha de chapa, bem como à produção da primeira peça boa do lote seguinte, eliminaram-se algumas atividades exercidas externamente. A mudança do molde é realizada em 1552 segundos. É de salientar que, atualmente, o operador está presente em todas as etapas, mas realiza sozinho somente as etapas 2, 3 e 4, enquanto o técnico só está presente nas etapas 1, 5 e 6.

Tabela 4.22 - Etapas realizadas durante o processo de mudança de molde face à produção dos componentes 4S004A, pelo componente 5,5S004A, fase 4

Etapa	Descrição	Tempo das Ativ. interna (s)	Tempo das Ativ. externa (s)
1	Produção da última peça do lote, transportar a chapa desde o armazém das matérias-primas até ao alimentador de chapa		71
2	Desmontar o molde superior e inferior da prensa (ligação do molde entre o cabeçote e punção)	245	
3	Desmontar as peças associadas ao molde superior e inferior na bancada	250	
4	Trazer novo molde do armário; Montagem das peças associadas ao molde superior e inferior na bancada com o auxílio ao torno mecânico	247	
5	Montagem dos conjuntos do molde superior e inferior à prensa e ajustar	430	
6	Ajustes do cursor do cabeçote e do punção e dos ajustes à linha de chapa, produção da primeira peça boa do lote	281	28
Total		1453	99

De acordo com a tabela 4.23, as atividades desenvolvidas externamente, especificamente, as tarefas ajustar, arrumar, colocar, desenroscar, limpar, retirar e transportar são realizadas em paralelo. Estas tarefas são desenvolvidas em 168 segundos (3 minutos), paralelamente. As restantes atividades externas representam 85 segundos do tempo total de mudança de molde. É de salientar que muitas actividades desenvolvidas tanto pelo operador e operador M.P, como pelo técnico desenvolvem as actividades em paralelo.

Realça-se que as atividades arrumar, medir e produzir deixaram de ser realizadas enquanto a máquina estava parada e começaram a ser efetuadas com a máquina a operar. Relativamente às operações anexar, apanhar, encaixar e roscar não sofreram qualquer alteração. Contudo, a atividade posicionar sofreu um decréscimo insignificante de 5 segundos na atividade interna.

Tabela 4.23 - Tempo associado às atividades desenvolvidas no processo de mudança de ferramenta fase 4, considerando o tipo de operação (interna ou externa)

Tarefas	Tempo das atividades (segundos)						
	Internas			Externas			
	Operador	Técnico	Atividades paralelas	Operador	Operador M.P	Técnico	Atividades paralelas
Ajustar	472	136	238	13			13
Anexar	55						
Apanhar	60	20	7				
Arrumar						17	17
Colocar	77	57	27	22			22
Desencaixar	5					14	
Desenroscar	224			16			16
Encaixar	8	55					
Ligar/desligar		22		11		7	
Limpar	91					6	6
Medir						3	
Posicionar	21	49					
Produzir				3		4	
Retirar	7			4			4
Roscar	102	130					
Transportar	127	8			86	43	86

Mediante a observação realizada e de acordo com os valores apresentados, verifica-se que o operador realiza a montagem do novo molde na bancada, o que não acontecia anteriormente. É possível afirmar que o operador realiza 66 % do tempo total de mudança de ferramenta, ao passo que o técnico 30% e o operador externo 4%. Os valores que sustentam a afirmação anterior foram adquiridos mediante o somatório das atividades desenvolvidas pelo operador, operador externo e técnico (em separado), dividido pelo tempo total de mudança de ferramenta.

Houve necessidade de normalizar o trabalho desenvolvido pelo operador e pelo técnico, com o intuito de realizar a mudança de molde, sempre da mesma forma.

Em suma, o processo de mudança de ferramenta na fase 0 era desenvolvido em 3305 segundos (1 hora e 5 minutos). Atualmente, o processo é realizado em 1552 segundos (26 minutos), obtendo um ganho de 1753 segundos (29 minutos). É de realçar que, anualmente, são realizadas 133 mudanças de ferramenta na prensa PHC 100, anteriormente, eram realizadas em 55 minutos e, atualmente, são desenvolvidas em 26 minutos face ao processo de mudança de ferramenta. Com a introdução do SMED-Up na empresa e as 133 mudanças relativamente aos custos, foi possível economizar 64 horas, sensivelmente duas semanas de trabalho.

Capítulo 5

Discussão

Neste capítulo, realiza-se uma breve comparação das fases 0, 1, 2 e 4, de acordo com os resultados obtidos, face ao processo de mudança de ferramenta.

De acordo com o capítulo 3, ponto 3.3 da presente dissertação, para verificar, validar e comparar a metodologia é fundamental efetuar um desenvolvimento quantitativo do processo de mudança de ferramenta. Neste capítulo, é discutida a evolução das fases face aos índices de desenvolvimento, descritos no capítulo 3, na fase 4 da presente dissertação.

5.1 Índice de desempenho do processo

Os índices de desempenho do processo (KPI) são caracterizados da seguinte forma quantitativa:

- Índice 1 (KPI 1): Percentagem do tempo de preparação, verificação, matéria-prima, lâminas, moldes e calibres;
- Índice 2 (KPI 2): Percentagem do tempo de montagem e remoção de lâminas;
- Índice 3 (KPI 3): Percentagem do tempo associado ao posicionamento, dimensionamento e configuração das condições.
- Índice 4 (KPI 4): Percentagem do tempo associado aos ensaios e ajustes

O cálculo que sustenta a realização dos índices são dados pela equação [1], sendo i : variando entre 1 a 4, T_1 : Tempo Total de mudança de ferramenta e T_2 : Tempo total associado a cada índice durante o processo de mudança de ferramenta.

$$KPI\ i = \frac{T_1}{T_2} * 100\% \quad [1]$$

5.1.1 Fase 0

Recorde-se que o processo de mudança de ferramenta na fase 0 necessitava de 45,4% do tempo médio para montagem e remoção do molde, de 37,1% para a preparação das atividades, de 12,1% para ajustes e 5,4% para a centralização e dimensionamento face ao tempo médio total de mudança de ferramenta. A figura 5.1 mostra o valor percentual de mudança de ferramenta na fase 0.

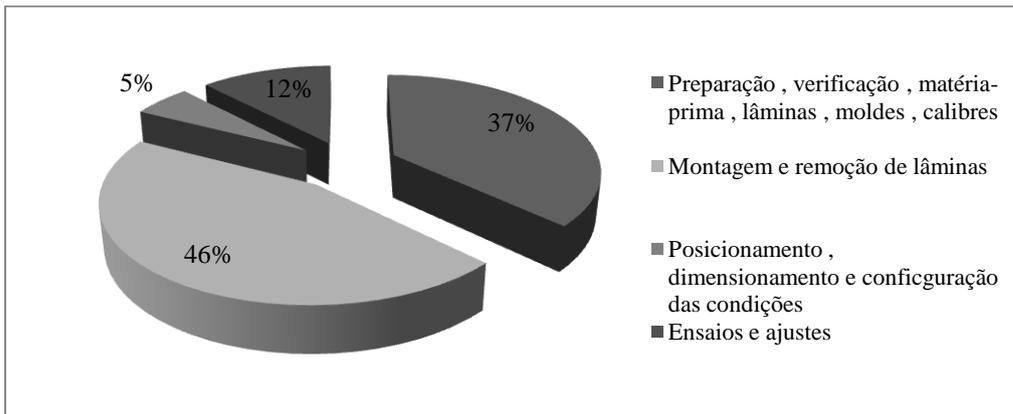


Figura 5.1 - Índices de desempenho do processo de mudança de ferramenta na fase 0

Houve necessidade de comparar os índices de desempenho relativamente ao processo de mudança de ferramenta da fase 0 e dos valores teóricos apresentados por Shingo. Quanto ao processo, a montagem e a remoção do molde apresentam valores na ordem dos 45%, ao passo que Shingo revela que o ótimo seria 5%, o sistema atual apresenta um défice de 40% nesse índice. De acordo com a tabela 5.1, verifica-se que os ensaios, bem como a centralização, estão dentro dos parâmetros de Shingo, contudo, a percentagem de tempo envolvido na atividades de preparação apresenta um défice de 7% face ao sistema de Shingo.

Tabela 5.1 - Resumo das etapas de instalação do caso de estudo e do genérico apresentado por Shingo

Processo de mudança de ferramenta fase0	Valor percentual (%)	
	Atual	Shingo
Preparação, verificação de matéria-prima, lâminas, moldes, calibres, etc.	37	30
Montagem e remoção de lâminas	46	5
Ensaio e ajustes	12	50
Posicionamento, dimensionamento e configuração de outras condições	5	15

Mediante estes valores de montagem e remoção de molde, é necessário advertir que a empresa agrega nas prensas moldes arcaicos que, sem alteração do molde, não é possível alcançar igual ou inferior o valor do parâmetro apresentado por Shingo.

5.1.2 Fase 1

Comparativamente com a fase 0, é necessário salientar o decréscimo do tempo de mudança de ferramenta após a implementação da metodologia 5s e da formação recebida pelos operadores. De acordo com a figura 5.2, verifica-se que a percentagem de tempo envolvido na montagem e a remoção dos moldes é de 43% do tempo total de mudança de ferramenta bem como a preparação de 35%. Esta fase 1 representou um decréscimo de 10 minutos face à fase 0 do processo de mudança de ferramenta.

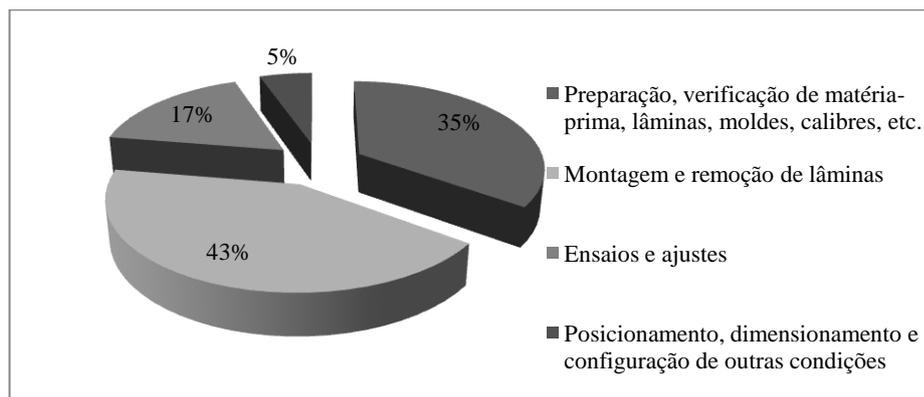


Figura 5.2 - Índices de desempenho do processo de mudança de ferramenta na fase 1

Relativamente ao processo de mudança de ferramenta, verifica-se uma diferença no tempo de mudança de ferramenta da fase 0 para a fase 1 de 368 segundos. Assim, o tempo de mudança de ferramenta passa de 3305 segundos (55 minutos) para 2937 segundos (49 minutos), com uma diferença percentual de 11,1, com a aplicação da filosofia 5s, referente à organização e limpeza do posto de trabalho, bem como a formação sobre o modo como o operador deve realizar as suas funções no processo de mudança de ferramenta, conforme salienta a tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Resumo dos tempos de mudança de ferramenta das fases 0 e 1

Fases	Tempo (segundos)	Diferença de tempo (%)
0	3305	11,1
1	2937	

5.1.3 Fase 2

Esta fase é crucial para a redução mais acentuada face ao tempo de mudança de molde neste processo. Relativamente à figura 5.3, que caracteriza o desempenho realizado no processo após a implementação de ferramentas automáticas, gabaritos, transportes, etc, verifica-se que a percentagem associada ao tempo envolvente na preparação é de 35%, bem como a montagem e remoção de molde é de 43% do tempo total de mudança de ferramenta.

Contudo, os índices referentes aos ensaios e ajustes sofreram um aumento, contando com 20% do tempo total de mudança de ferramenta, e o posicionamento, dimensionamento que decresceu, ficando com 2% do tempo total.

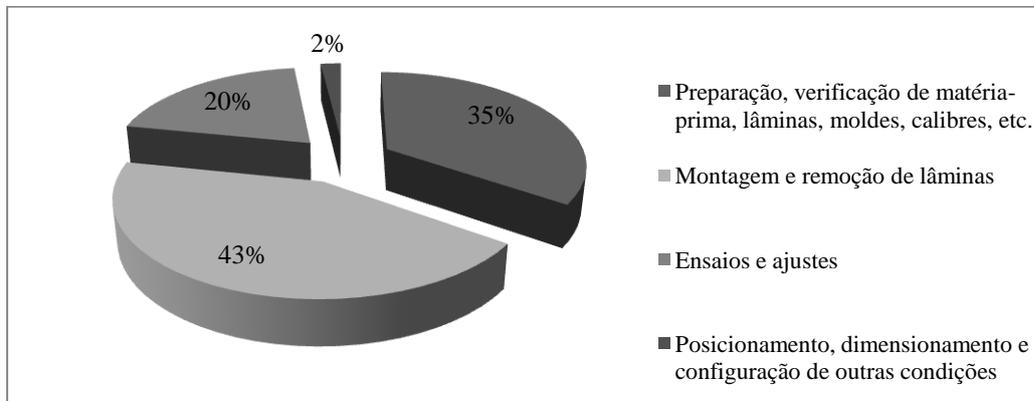


Figura 5.3 - Índices de desempenho do processo de mudança de ferramenta, fase 2

Nesta fase, foi possível verificar uma diminuição de 44,4% face à fase anterior, conforme descrito na tabela 5.3. De acordo com a presente dissertação, esta fase é a mais importante, devido às elevadas reduções de tempo face ao SMED-Up.

Tabela 5.3 - Resumo dos tempos de mudança de ferramenta das fases 1 e 2

Fases	Tempo (segundos)	Diferença de tempo (%)
1	2937	44,4
2	1631	

A fase 3 não será comparada, pois é nesta que se dá a distinção das atividades interna e externa referente ao processo.

5.1.4 Fase 4

Comparativamente com as fases 2 e 3 e a fase de conversão de atividades internas para externas do SMED-Up, verifica-se que o processo diminuiu aproximadamente 2 minutos. É de salientar, mediante a figura 5.4, que a percentagem de tempo envolvente na preparação é de 32%, ao passo que a montagem e remoção de lâminas é de 34,8% do tempo total de mudança de ferramenta. Relativamente à percentagem de tempo face aos ensaios e ajustes, é de 28,6%, enquanto o posicionamento é de 4,6% do tempo total de mudança de ferramenta.

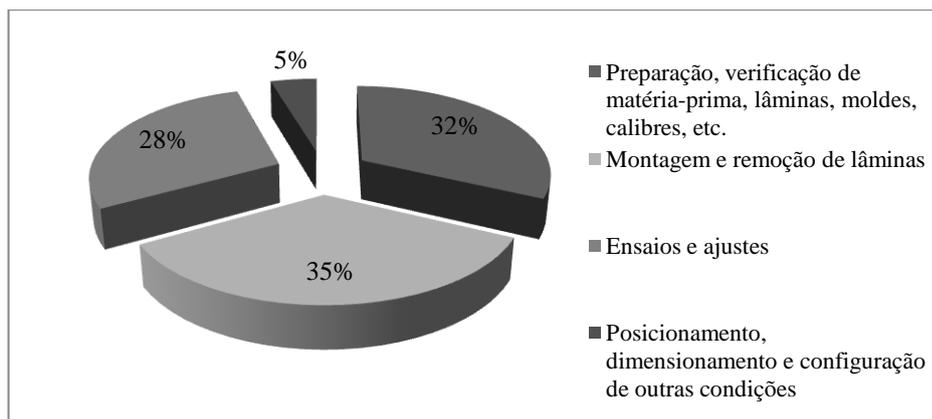


Figura 5.4 - Índices de desempenho do processo de mudança de ferramenta, fase 4

Com efeito, é notável o benefício de implementação da metodologia SMED-Up. Após a implementação das quatro fases, verifica-se uma redução acentuada na ordem dos 53,0% do processo de mudança de ferramenta. Relativamente às fases de implementação, comprova-se, através da tabela 5.4, que as fases mais importantes são a fase 2, que diz respeito à otimização dos processos. Posteriormente, a fase 1 estrutura a organização das condições do processo e, por último, a conversão das atividades internas em externas.

Tabela 5.4 - Resumo dos tempos de mudança de ferramenta, fase 0,1,2,4

Fases	Tempo (s)	Diferença de tempo (%)	Diferença de tempo global (%)
0	3305		
1	2937	11,1	53,0
2	1631	44,4	
4	1552	4,8	

Para a presente dissertação, a distinção das atividades interna e externa não é um facto crucial para o processo de mudança de ferramenta. Contudo, os processos de mudança de ferramenta diferem de caso para caso, de indústria para indústria e depende do operador e da sua formação para as funções que desempenha.

5.2 Comparação dos resultados das fases das metodologias SMED-UP e SMED e benefícios

Shingo afirma que ao duplicar as ferramentas obtém-se um ganho na ordem dos 40% do tempo total de mudança de ferramenta e que, ao distinguir e converter as atividades internas para externas é possível diminuir 30% do tempo total de mudança de ferramenta (Shingo, 1985). Neste sentido, é de realçar que na fase 2 do SMED-Up conseguiu reduzir-se o processo em mais de 40% do tempo total de mudança de ferramenta, ao duplicar e introduzir ferramentas pneumáticas, transportes, ajustes, entre outros fatores. Relativamente à segunda afirmação apresentada por Shingo, neste caso, com a distinção das atividades, obteve-se uma redução de 4,8%, o que difere da afirmação imposta por Shingo, divergindo em 25,2%. A tabela 5.5, apresenta a redução da percentagem associada à redução do tempo total de mudança de ferramenta nas distintas fases. É de salientar que, na fase 2, houve um decréscimo significativo em relação a todos os índices, porém, na fase 4, em que deveriam ser mantidos os valores, houve um aumento de 3,6% face ao índice de posicionamento, dimensionamento e configuração das condições, tal como no índice de ensaios e dimensionamento com um incremento de 1,2% do tempo total de mudança de ferramenta. Estes incrementos devem-se ao facto de o operador ainda não atingiu o estado de mecanização e normalização do trabalho. É de salientar que, como o molde tem diversas peças associadas, para o operador torna-se complicado a sua paramentização na prensa, face ao incremento dos índices de posicionamento e ajuste.

Tabela 5.5 - Comparação dos índices de desempenho, em segundos, face ao processo de mudança de ferramenta, relativamente às 4 fases.

Índices de desempenho	Tempo entre as fases (%)			
	F0 *	F1*	F2*	F4*
Preparação, verificação, matéria-prima, lâminas, moldes, calibres	37,1	31,1	17,1	15,0
Montagem e remoção de lâminas	45,4	37,9	21,5	16,4
Posicionamento, dimensionamento e configuração das condições	12,1	15,2	9,8	13,4
Ensaio e ajustes	5,4	4,8	0,9	2,2
	100,0	88,9	49,3	47,0

(*)- F0 – Fase 0, F1-Fase1,F2- Fase2, F4- Fase4

Com o SMED-Up é possível reduzir mais de 50% do tempo de *setup*. A tabela 5.6 apresenta os benefícios associados às duas metodologias. As diferenças significativas são que o SMED-Up incorpora no seu método os 5S, a formação e o *standardwork*.

Tabela 5.6 - Benefícios associados à metodologia SMED e SMED-Up

SMED	Benefícios	SMED-Up
Redução do tempo de mudança de ferramenta Redução do tempo gasto no ajuste Menos erros durante a mudança de ferramenta Maior segurança Redução do inventário Maior flexibilidade de produção Racionalização dos instrumentos	Redução do tempo de mudança de ferramenta - competitividade Redução do tempo gasto no ajuste Redução de custos – Otimizar operações Menos erros durante a mudança de ferramenta Maior segurança Redução do inventário Maior flexibilidade de produção Racionalização dos instrumentos Libertação de espaços Eliminação de desperdícios Redução de distâncias Aumento da produtividade Aumento da segurança no trabalho Qualidade nos produtos Desenvolvimento de competências Aumento da experiência Fluxo de ideia	

Capítulo 6

Conclusões

6.1 Generalidades

Conclui-se que, tal como Bamber (2000) afirma, é extremamente importante estudar, aprofundadamente, a metodologia antes de realizar a sua implementação. Esta afirmação aplica-se a todas as metodologias implementadas no setor industrial.

Shingo introduz e implementa o conceito SMED no mundo industrial, como uma solução para os problemas existente nas fábricas do setor automóvel, em Hiroshima. Adquire reduções significativas ao duplicar as ferramentas (40% do tempo de *setup*) e ao distinguir e converter as atividades IEI e OEO (30% do tempo de *setup*).

Entende-se que a integração do método SMED-Up proporcionou um conjunto de informação que permitiu a obtenção de um diagnóstico que satisfizesse o objetivo da presente dissertação. Verificou-se um método capaz de dar resposta às dificuldades de implementação, nomeadamente, a formação, que possibilitou a mudança de mentalidades existentes nos colaboradores e a sua participação, motivação e entusiasmo, bem como a limpeza e organização do posto de trabalho.

O acrónimo SMED-Up agrupa os benefícios associados à metodologia SMED, bem como os benefícios subjacentes aos 5S, à formação de colaboradores e ao *Standardwork*. Com estes benefícios, é possível diminuir o processo em pelo menos 50% do tempo total associado ao *setup*.

Relativamente à metodologia SMED-Up, verifica-se que todas as fases são importantes para o processo, com uma contribuição significativa. A fase 2 é crucial para a redução significativa do tempo de *setup*. Os diagnósticos efetuados nas fases anteriores, em especial na fase 0, com a realização do diagrama de pareto, foi essencial para a otimização das operações. As fases 3 e 4, nesta metodologia, são importantes, mas não adquirem um peso significativo.

O uso da filmagem nas fases 0, 1, 2 e 4 é crucial para realizar um diagnóstico eficaz. A análise efetuada nestas fases contribuiu para encontrar o problema, reduzir e eliminá-lo em diversas atividades que não acrescentavam valor no processo de mudança de ferramenta.

Conclui-se que a aplicação dos índices de desempenho veio validar e comparar significativamente as quatro fases da metodologia SMED-Up. Verificou-se que, apesar de existir redução significativa nas distintas fases de acordo com índices de desempenho, na última fase, os índices relativos ao ajuste e ensaios bem como aos posicionamentos sofreram um incremento face à percentagem do tempo total de mudança de ferramenta. Poderá ter a ver com o facto de o operador não estar totalmente mecanizado com as paramentizações ou com o facto de os moldes serem divididos em diversas partes e não ficarem totalmente bem posicionados.

Entende-se que, se a empresa não apostar na remodelação dos moldes, poderá ser alvo de insucesso, apesar da implementação da metodologia SMED-Up. É necessário evoluir nesse aspeto e adquirir uma maior competitividade no mercado envolvente.

6.2 Resultados e Limitações

Com a implementação da metodologia SMED-Up, a empresa Britefil beneficiou, reduzindo, significativamente, o tempo de Setup na prensa PHC 100. Entende-se que o processo de mudança de ferramenta que era concretizado em 55 minutos passou a ser realizado em 26 minutos ao implementar a metodologia SMED-Up. Reduziu-se o processo em 53,0% do tempo de *setup*. A fase 1, que aborda a estrutura/ organização do posto de trabalho, reduziu o tempo de *setup*, relativamente à fase 0, em 11,1% do tempo total de mudança de ferramenta. A fase 2, que aborda a otimização das operações desenvolvidas durante o processo de mudança de ferramenta, diminuiu cerca de 44,4% e a fase 3 para a fase 4 ao distinguir e converter as atividades reduziu 4,4% do processo.

O método SMED-Up só poderia ser realizado em menos de 10 minutos, se a empresa Britefil realizasse a alteração dos moldes para outros de anexação rápida, investindo 108 000€, adquirindo uma maior agressividade/competitividade no mercado e reduzindo os custos de produção. Preve-se que, se a empresa tivesse alterado os moldes teria sido possível um benefício de pelo menos 80% do tempo total de mudança de ferramenta (10 minutos). O retorno financeiro face à metodologia implementada foi positivo, contudo não é possível apresentar a sua quantificação.

Devido a metalidade existente na empresa, o estudo do SMED-Up foi condicionado por diversas vezes. Contudo houve o cuidado de incluir os colaboradores na escolha das ferramentas, bem como a importância da sua opinião e das formações. As medições e simulações realizadas não foram impedimento para a produção de forma a cumprir os prazos de entrega.

6.3 Desenvolvimentos Futuros

Os desenvolvimentos futuros serão a implementação do SMED-Up nas restantes prensas existentes no setor, não só de estampagem, como de prensas de soldadura por pontos, entre outras aplicações possíveis em diversas áreas da fábrica. Ao desenvolver o método, em diversos sectores, os adquiriria mais sustentabilidade.

Deverá ser inserido na fase 0 do SMED-Up a ferramenta VSM (*Value Stream Mapping*), de forma a dimensionar a produção diária bem como uma maior precisão nos processos alvos de melhorias, nos diversos sectores.

Espera-se que a presente dissertação sirva como base para uma nova plataforma de estudos, com novas perspetivas, introspeções, envolvendo a integração da metodologia SMED-Up no meio científico.

Durante este estudo, foi possível identificar melhorias no processo de fabrico, com o intuito de reduzir o valor do produto, nomeadamente:

- Relativamente ao layout, o sector da metalomecânica deverá passar para o pavilhão de serralharia, com o objectivo do pavilhão de matéria-prima e saída de material ficar totalmente organizado e diferenciado.
- Implementação de 5S no sector de corte, na lavagem de peças, bem como no tornemaneto manual, aumentando assim a sua produtividade.
- É necessário instalar nas prensas de soldadura por pontos, contadores de peças afim de eliminar o tempo desperdiçado na contagem bem como nos terminais de soldadura Tig. Além do contador é necessário colocar pistolas de pressão de ar, para que não haja percas na secção de soldaduras.
- Constatou-se que os colaboradores presentes na fabricação do produto BFSolar necessitariam de formação, para aumentar a sua produtividade.

A empresa deverá incutir nos colaboradores um espírito crítico, de modo a promover a melhoria continua em toda a organização, com o lema de fazer mais e melhor. A Britefil

deverá encarar as melhorias e implementações futuras com o objectivo de ser mais competitivo no mercado envolvente.

Referências Bibliográfica

- Abdelmalek, F. R. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *Int. J. Production Economics* 107, 223-236.
- Asano, T. (2002). *"Lean Manufacturing as Lean Thinking, Japanese definition"*. JMA Consultants America, Inc.
- Bamber, L. D. (2000). Lean production: a study of application in a traditional manufacturing environment. *Production Planning & Control*, 11 (3), 291-298.
- Britefil, S. (2012). *Britefil*. Obtido em 3 de 08 de 2013, de Britefil - Fábrica Nacional de Bombas, S.A.: <http://www.britefil.com/pt/empresa>
- Cabral, I., Grilo, A., & Cruz-machado, V. (2012). A decision-making model for Lean, Agile, Resilient and Green supply chain management. *International Journal of Production Research*, 50(17), 4830-4845.
- Cakmakci, M. (2009). Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 41(1) (Single minute exchange of dies (SMED) ; Process improvement ; Process capability analysis (PCA) ; Process capability index ; Equipment design), 168-179.
- Clauch, J. (1996). *Set-up Time Reduction*. New york: Richard D.Irwin. .
- Dave, Y., & Sohani, N. (2012). Single Minute Exchange of Dies: Literature Review. *International Journal of Lean Thinking Volume 3, Issue 2 (December 2012)*, 3.
- Davidson, P. A., & Mooney, S. D. (2010). Key safety roles in organizational changes. *Process Safety Progress*, 29, 11-16.
- Doolen, T. L., & Hacker, M. E. (2005). A review of lean assessment in organizations: An exploratory study of lean practices by electronics manufacturers. *Journal of Manufacturing Systems*, 24(1) (Lean ; Manufacturing ; Electronics ; Lean Production ; Operations Management), 55-67.
- Drucker, P. F. (2011). *Managing for the Future*. New York , NY 10017, USA: Routledge.
- Drucker, P. (1993). *Managing for the Future: The 1990s and Beyond (1992)*. Plume.

- Eswaremoorthi, M., Kathiresan, G., Prasad, P., & Mohanram, P. (2011). A survey on lean practices in Indian machine tool industries. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* , 52, 1091-1101.
- Euclides A, C. (2008). Os sete principios de Kaizen . *Kaizen forum* , 2, 1-1.
- García-Caro, J. I. (17 de 02 de 2011). *Parecer do Comité Económico e Social Europeu sobre «Mutações e perspectivas da indústria metalúrgica e metalomecânica»*. Obtido em 05 de 01 de 2014, de Acesso ao direito da União Europeia : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2011:051:0008:0014:PT:PDF>
- Gest, G., Culley, S., McIntosh, R., Mileham, A., & Owen, G. (1995). Review of fast tool change systems. *Computer Integrated Manufacturing Systems* , 8(3), 205-210.
- Gilmore, M., & Smith, D. (1996). Set-up reduction in pharmaceutical manufacturing: an action research study. *International Journal of Operations & Production Management* , 4-17.
- Grzybowska, K., & Gajdzik, B. (2012, 04 20). Optymisation of equipment setup processes in enterprises. *Directory of Open Access Journals (DOAJ)* , pp. 555-558.
- Gunasekaran, A., & Sarhadi, M. (20 de 09 de 1998). Implementation of activity-based costing in manufacturing. *International Journal of Production Economics* , pp. 231-242.
- Hall, R. (1983). Zero inventories. *Homewood:Dow Jones-Irwin* .
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management* , 25(2).
- James P.Womack, D. T. (1991). *The Machine That Changed The World : The Story Of Lean Production*. New York: Harper Perennial.
- Jones, M. (1989). *World Class Manufacturing techniques*. UK: Productivity Europe.
- Kumar, B. S., & Abuthakeer, S. S. (2012). Implementation of Lean Tools and Techniques in an Automotive Industry. *Journal of Applied Sciences* , 1032-10.
- Lean-Sigma Consultores, s. (15 de 07 de 2013). *lean-sigma*. Obtido em 2014 de junho de 16, de lean-sigma.es: <http://lean-sigma.es/lean-manufacturing/smed/>
- Linderman, K., Schroeder1, R. G., Zaheer2, S., & Choo, A. S. (2003). Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management* , 193-203.
- Mcintosh, R., Culley, S., & Mileham, A. (2000). A critical evaluation of Shingo's "SMED" methodology. *International Journal of production Research* , pp. 2377-2395.
- Metal. (09 de 2013). *Notável crescimento das exportações do setor metalúrgico e metalomecânico no mês de julho de 2013*. Obtido em 06 de 01 de 2014, de AIMMAP- Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal: <http://www.aimmap.pt/noticias/detalhes.php?id=335>

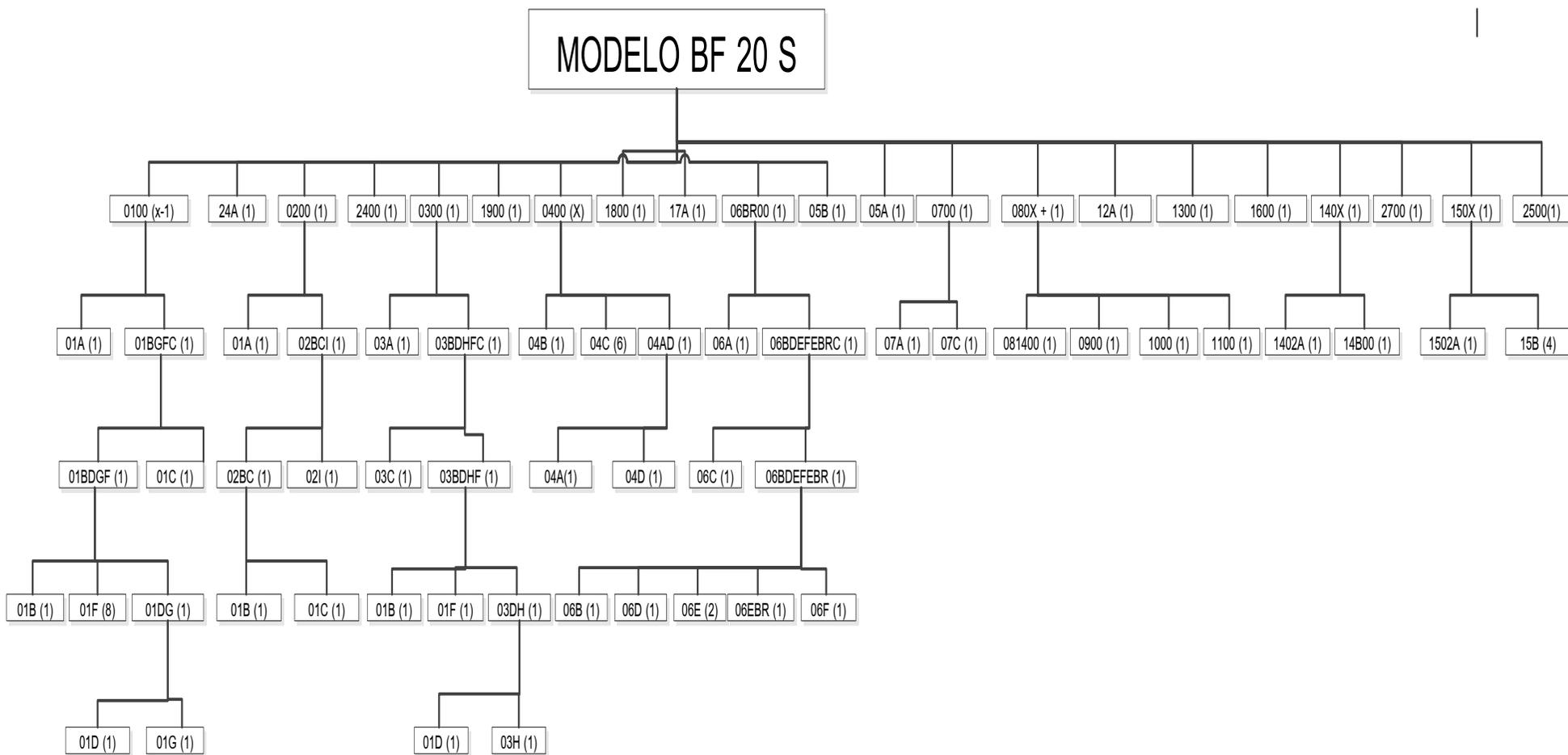
- Middleton, P. (2001). Lean Software Development: Two Case Studies. *Software Quality Journal* , 9(4), 241-252.
- Moden, Y. (1984). *Produção sem estoque: uma abordagem prática ao sistema de produção da toyota*. são paulo : IMAM.
- Moreira, A. C., & Pais, G. C. (2011). Single Minute Exchange of Die: A Case Study Implementation. *Journal of Technology Management & Innovation* , 6, 129-146.
- Mota, P. M. (2007). *Estudo e Implementação da metodologia SMED e o seu impacto numa linha de produção*. Lisboa: Instituto Superior Técnico- Universidade Nova de Lisboa.
- Muller, R. M. (2007). *Integração do método SMED ao método custeio ABC NO*. Curitiba, Paraná: Graduação em Engenharia Mecânica do Setor.
- Pascal, D. (2007). *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's most Powerful Production System*. New York: Productivity Press.
- Penteado, F. (2009). *SIGB Soluções integradas de gestão bmalbert*. Obtido em 12 de 05 de 2014, de bmalbert: <http://bmalbert.yolasite.com/resources/Estampagem.pdf>
- Perinić, M., Ikonić, M., & Maričić, S. (2009). Die casting process assessment using single minute exchange of dies (SMED) method. *Metallurgija* , 48(3), 199.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento LEAN A filosofia das organizações vencedoras* . Lisboa: Lidel- edições técnicas, lda.
- Radnor, Z. J., Holweg, M., & Waring, J. (2012). Lean in healthcare: The unfilled promise?(Report). *Social Science & Medicine* , 74(3), 364(8).
- Reach, G. (2004). *A transparência de processos como princípio para a troca rápida de ferramentas: a experiência de uma metalúrgica*. Rio Grande do Sul: dissertação (mestrado)-UFRGS.
- Reichhart, A., & Holweg, M. (2007). Lean distribution: concepts, contributions, conflicts. *International Journal of Production Research* , 45 (Lean Production ; Supply Chain Management ; Responsive ; Agile ; Build-to-order ; Automotive Industry), 3699-3722.
- Ribeiro, D., Braga, F., Sousa, R. M., & Silva, S. C. (2011). *An application of the SMED methodology in an electric power controls company*. Portugal: Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal.
- Saurin, T. A., Rooke, J., & Koskela, L. (2013). A complex systems theory perspective of lean production. *International Journal of Production Research* , 1-15.
- Scott, F. M., Butler, J., & Edwards, J. (2001). Does Lean Production Sacrifice Learning in a Manufacturing Environment? An Action Learning Case Study. *Studies in Continuing Education* , 23(2), 229-41.
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system* . Portland, Oregon , USA: Productivity press.

-
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint* . Productivity Press.
- Simões, A. P. (2010). *Melhoria do tempo de troca numa linha de prensagem aplicação do método SMED*. Lisboa : Faculdade de ciências e tecnologia Universidade Nova de Lisboa .
- Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). Shingo ´s methodology (SMED): critical evaluation and case study. *Gestão & Produção* , 323-335.
- Vorne Industries, i. (. (2010-2012). *SMED- Single Minute Exchange of Die*. Obtido em 17 de Junho de 2013, de leanproduction.com: <http://leanproduction.com/smed.html>
- Werkema, Cristina. (2006). *lean seis sigma: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing* . Brasil: Werkema Editora .
- Zhang, W., Hill, A. V., & Gilbreath, G. H. (2009). *Six Sigma: A Retrospective and Prospective Study*. pomsmeetings.org.

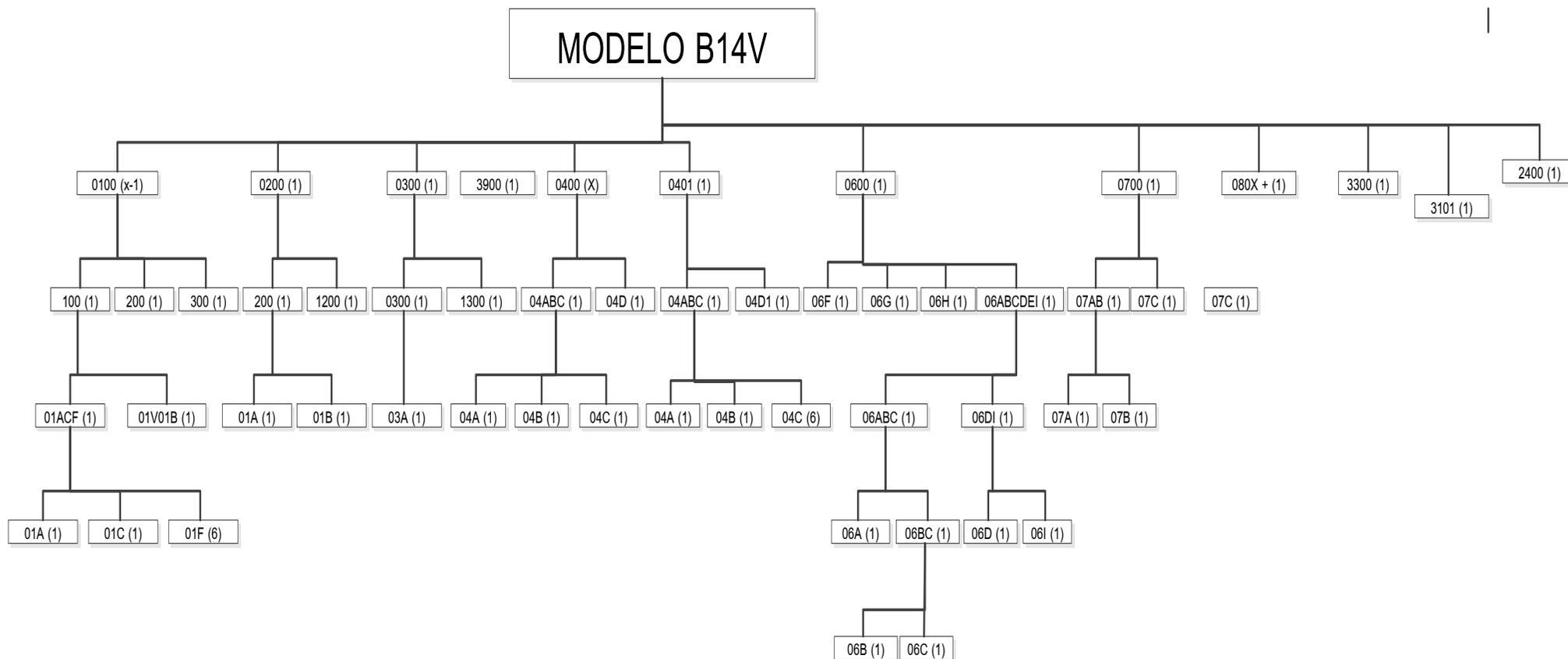
Anexos

- I- Árvore dos produtos da empresa Britefil BFS (Bombas submersíveis) e BFV (Bombas verticais multicelulares)
- II- *Checklist* fase 0 da metodologia SMED-Up
- III- *Checklist* 5S (equipamentos)
- IV- Procedimento de trabalho
- V- *Checklist* Fase 1 da metodologia SMED-Up
- VI- *Handtool Analysis checklist*
- VII- *Bill of materials* do carro de apoio, fase 2
- VIII- Documento de parametrização dos ajustes da prensa
- IX- *Checklist* fase 2 da metodologia SMED-Up
- X- *Checklist* fase 3 da metodologia SMED-Up
- XI- *Checklist* fase 4 da metodologia SMED-Up

Anexo I – Árvore do produto BFS (Bomba Submersível)



Anexo I – Árvore do produto BFV (Bombas verticais multicelular)



Anexo II - Checklist fase 0 da metodologia SMED-Up

	Código	Actividade	Descrição	Total	nº obs	T médio (s)
Etapa 1	1.0	Produzir	Produziu a última peça do lote	19	3	6
	1.1	Retirar	Retirou a chapa já utilizada da máquina	39	3	13
	1.2	Transportar	Transportou a chapa utilizada para o contentor de resíduo	16	3	5
	1.3	Retirar	Retirou as luvas	4	1	4
	1.4	Retirar	Retirou as peças que estavam na prensa para o lote	44	2	22
	1.5	Retirar	Retirou a cadeira de apoio da frente da prensa e colocou à esquerda	6	1	6
	1.6	Limpar	molde na prensa	31	1	31
	1.7	Esperar	Esperou pela informação do técnico	151	3	50
	1.8	Desligar/ligar	Desligou a máquina e colocou em modo de mudança de ferramenta	83	3	28
	1.9	Posicionar	Posicionou o cursor do cabeçote com o comando	35	3	12
		Total (Segundos)	429		177	

	Código	Actividade	Descrição	Total	nº obs	T médio (s)
Etapa 2	2.0	Apanhar	Apanhou a chave manual	34	3	11
	2.1	Desenroscar	Desenroscou os 4 parafusos M19 com a chave manual	238	3	79
	2.2	Posicionar	Posicionou novamente o cabeçote com o comando	23	3	8
	2.3	Colocar	Colocou as luvas	68	1	68
	2.4	Esperar	Esperou pelo técnico para posicionar o cabeçote com a chave manual de 3mm	100	2	50
	2.5	Posicionar	Posicionou o cursor superior do cabeçote com a chave manual de 3mm	58	2	29
	2.6	Retirar	Retirou a peça inferior do conjunto do molde superior	75	2	37
	2.7	Deslocar-se	Deslocou-se a bancada para acionar ao técnico que necessitava de ajuda	12	2	6
	2.8	Esperar	Esperou a ajuda do técnico para deslocar o lote realizado mais para a direita	25	1	25
	2.9	Retirar	Retirou a peça superior do conjunto do molde superior	23	2	11
	2.10	Transportar	Transportou a peça inferior do molde superior até a bancada	15	2	8
	2.11	Apanhar	Apanhou a chave manual M12 e voltou à prensa	35	3	12
	2.12	Desenroscar	Desenroscou os 4 parafusos M12 com a chave manual	79	1	79
	2.13	Procurar	Procurou uma chave manual	22	1	22
	2.14	Transportar	Transportou a chave manual à bancada de apoio e voltou a prensa	5	1	5
	2.15	Transportar	Transportou a peça superior do molde superior à bancada	58	2	29
	2.16	Deslocar-se	Deslocou-se à prensa	22	2	11
	2.17	Retirar	Retirou da prensa a peça superior do conjunto do molde inferior	10	1	10
	2.18	Apanhar	Apanhou a chave manual	9	1	9
	2.19	Desenroscar	Desenroscou os parafusos com a chave manual	174	2	87
	2.20	Retirar	Retirou a peça superior do conjunto superior do molde	17	2	8
	2.21	Transportar	Transportou o molde à bancada	17	2	8
2.22	Limpar	Limpar os restos de óleo do conjunto inferior e superior do molde	86	2	43	
		Total (Segundos)			655	

	Codigo	Actividade	Descrição	Total	nº obs	T médio (s)
Etapa 3	3.0	Colocar	Colocou o molde superiorcolado ao molde inferior com os comandos da prensa	67	3	22
	3.1	procurar	Procurou a chave manual correcta na bancada	64	3	21
	3.2	Procurar	Procurou a chave manual correcta na prensa	38	2	19
	3.3	Apanhar	Apanhou a chave manual e deslocou-se a bancada	7	2	3
	3.4	Desenroscar	Desenroscou os parafusos M8 com a chave manual	197	3	66
	3.5	Retirar	Retirou o acessório do molde superior e colocou na bancada	18	3	6
	3.6	Limpar	Limpou o acessório (falange) do interior do molde superior	80	3	27
	3.7	Retirar	Retirou o molde do torno mecânico e colocou na bancada	53	3	18
	3.8	Limpar	Limpou o molde superior	35	2	18
	3.9	Transportar	Transportou a chave manual M10 à prensa	10	2	5
	3.10	Desenroscar	Desenroscou os parafusos M10 com a chave manual	149	3	50
	3.11	Retirar	Retirou da prensa a peça inferior do conjunto do molde inferior	37	3	12
	3.12	Transportar	Transportou a peça do molde inferior até a bancada	27	3	9
	3.13	Colocar	Colocou a peça do molde inferior do conjunto do molde inferior no torno mecânico	63	3	21
	3.14	Procurar	Procurou a chave de manual M8	14	1	14
	3.15	Apanhar	Apanhou a chave manual da bancada	9	2	4
	3.16	Desenroscar	Desenroscou os parafusos M8 com a chave manual	152	3	51
	3.17	Retirar	Retirou o molde do torno mecânico e colocou na bancada	45	3	15
	3.18	Transportar	dirigiu-se à prensa e transportou a falange do mole inferior à bancada	34	3	11
	3.19	Limpar	Limpou os moldes	260	3	87
	3.20	Transportar	Dirigiu-se ao sector da máquinação e retirou papel para limpar a prensa	16	3	5
	3.21	Limpar	Limpou a bancada da prensa	106	3	35
3.22	Esperar	Esperou pelo técnico para realizar a montagem do molde seguinte	92	3	31	
		Total (Segundos)				550

	Codigo	Actividade	Descrição	Total	nº obs	T médio (s)
Etapa 4	4.0	Transportar	Transportou a bobine desde o armazem de materias-primas até à prensa	372	3	124
	4.1	Desenroscar	Desenroscou as molas do alimentador de chapa	413	3	138
	4.2	Colocar / alinhar	Colocou a bobine no alimentador de chapa e ajustou as molas	520	3	173
		Total (Segundos)				435

	Codigo	Actividade	Descrição	Total	nº obs	T médio (s)
Etapa 5	5.0	Juntar	Juntou a peça inferior e superior do molde inferior e superior, respetivamente	78	3	26
	5.1	Arrumar	Pegou no molde e arrumou as partes externas superior e inferior (comuns aos restantes moldes) na bancada	59	3	20
	5.2	Transportar	Transportou as partes inferior e superior do molde superior e inferior e arrumou no armário	51	3	17
	5.3	Transportar	Tranportou o novo molde para a bancada	56	3	19
	5.4	procurar	Procurou os parafusos que são utilizados no novo molde	32	3	11
	5.5	Roscar	Roscou os parafusos M 10 no conjunto do molde inferior	47	1	47
	5.6	Desencaixar	Desencaixou os acessórios do molde inferior	8	2	4
	5.7	Desenroscar	Desenroscou os parafusos para poder acoplar o restante molde inferior	1	1	1
	5.8	Desencaixar	Desencaixar o peça inferior do molde inferior dos acessórios	28	1	28

5.9	Desencaixar	Desencaixou os acessórios do molde inferior	8	1	8
5.10	colocar	Colocou peças do molde inferior no torno mecanico	19	3	6
5.11	Encaixar	Encaixou o molde inferior aos acessórios	5	1	5
5.12	Apanhar	Apanhou a chave manual para roscar os parafusos M 10	11	3	4
5.13	Roscar	Roscou os parafusos M 10 no conjunto do molde inferior	126	3	42
5.14	Retirar	Retirou o molde do torno mecânico e colocou na bancada	14	3	5
Total (Segundos)					241

	Codigo	Actividade	Descrição	Total	nº obs	T médio (s)
Etapa 6	6.0	Transportar	Transportou a parte inferior do conjunto do molde inferior à prensa	20	3	7
	6.1	Anexar	Ligou o punção à peça inferior do molde inferior	26	3	9
	6.2	Deslocar-se	Deslocou-se a bancada	20	3	7
	6.3	Encaixar	Encaixou a peça superior do molde superior aos acessórios	65	3	22
	6.4	Colocar	Colocou a peça superior do molde superior com os acessorios no torno mecânico	34	3	11
	6.5	Roscar	Roscou os parafusos M6 coma chave manual para ligar o acessorio ao molde	113	3	38
	6.6	Procurar	Procurou a vara para juntar ao conjunto do molde superior	32	1	32
	6.7	Roscar	Roscou a vara no conjunto do molde superior	16	1	16
	6.8	Retirar	Retirou o conjunto superior do molde superior do torno mecânico	15	3	5
	6.9	Anexar	Fez a ligação a peça superior do molde superior à peça inferior do molde superior	26	1	26
	6.10	Roscar	Roscou os parafusos do molde superior com a chave manual M8	38	1	38
	6.11	Colocar	Colocou a peça superior do molde inferior e o acessório já encaixado no torno mecânico	8	1	8
	6.12	Roscar	Roscou os parafusos do molde inferior com a chave manual M8	35	1	35
	6.13	Retirar	Retirou o molde inferior do torno mecânico e colocou na bancada	3	1	3
6.14	Transportar	Transportou o conjunto do molde inferior à prensa	28	2	14	
Total					270	

	Codigo	Actividade	Descrição	Total	nº obs	T médio (s)
Etapa 7	7.0	Anexar	Fez a ligação do conjunto superior ao conjunto inferior do molde inferior	27	3	9
	7.1	Apanhar	Apanhou a chave manual M12 para realizar a ligação	22	3	7
	7.2	Roscar	Roscou os parafusos M12 com a chave manual, sem fazer o aperto final	64	3	21
	7.3	Anexar	Verificou a ligação do mole inferior com o punção	20	3	7
	7.4	Ajustar	Posicionou a altura da prensa com os comandos	73	3	24
	7.5	Deslocar-se	Deslocou-se à bancada de apoio	9	2	4
	7.6	Encaixar	Encaixou as peças superior e inferior do conjunto do molde superior	11	2	6
	7.7	Transportar	Tranportou o molde supeior à prensa	19	3	6
	7.8	Anexar	Colocou o conjunto do molde supeior em cima do conjunto do molde inferior	23	3	8
	7.9	Ajustar	Ajustou os moldes ao punção da prensa	29	3	10
	7.10	Roscar	Roscou os parafusos M12 com os dois dedos da mão direita	349	3	116
7.11	Ajustar	Ajustou oconjunto do molde superior da prensa	17	3	6	

7.12	Ajustar	Ajustou a altura da prensa com os comandos	281	3	94
7.13	Esperar	Verificou que a vara não era a indicada e para o conjunto do molde superior	20	1	20
7.14	Desligar/ligar	Colocou a prensa em modo de mexer no cursor da prensa	16	2	8
7.15	Ajustar	Ajustar o cursor do cabeçote da prensa	15	1	15
7.16	Deslocar-se	Deslocou-se à bancada de apoio	13	2	7
7.17	Juntar	Juntou o molde superior e alterou a vara	15	1	15
7.18	Roscar	Roscou os parafusos M12 com a chave manual	37	1	37
7.19	Transportar	Transportou o conjunto do molde superior à prensa	23	2	11
7.20	Anexar	Colocou o conjunto do molde superior em cima do conjunto do molde inferior	22	2	11
7.21	Ajustar	Ajustou a altura da prensa com os comandos	8	1	8
7.22	Apanhar	Apanhou os parafusos na mesa da prensa	18	1	18
7.23	Colocar	Colocou os parafusos M19	14	1	14
7.24	Roscar	Roscou os parafusos M19 com a chave manual e deu o aperto final aos parafusos M12	183	2	92
Total (Segundos)			1330		575

	Codigo	Actividade	Descrição	Total	nº obs	T médio (s)
Etapa 8	8.0	Ajustar	Ajustou a altura sa prensa com os comandos	16	2	8
	8.1	Apanhar	Apanhou a chave manual M3 e colocou na mesa da prensa	30	2	15
	8.2	Desligar/ligar	Colocou a prensa em modo de operar	14	1	14
	8.3	Medições	Com o paquimetro que estava na bata mediu a espessura do molde inferior	34	3	11
	8.4	Ajustar	Ajustou a distância da chapa ao molde	29	3	10
	8.5	Ajustar	Ajustou a altura da prensa com os comandos	70	3	23
	8.6	Ajustar	Ajustou a linha da chapa na prensa	248	3	83
	8.7	Colocar	Colocou a chapa na linha de chapa	261	3	87
	8.8	Ajustar	Ajustou a chapa com o molde	101	3	34
	8.9	Ajustar	Ajustou a pressão da prensa	72	3	24
	8.10	Ajustar	Ajustou novamente a chapa e colocou as mãos no comando da prensa	115	3	38
	8.11	Produzir	Produziu a 1 peça	67	3	22
	8.12	Desligar/ligar	Colocou a prensa em modo de operar	72	3	24
8.13	Produzir	3 peças	21	3	7	
Total (Segundos)					401	

Tempo total de mudança de ferramenta (segundos)

3305

Anexo III- Checklist 5S (equipamentos)

Checklist 5S

Prensa :PHC 100

Area : Posto de trabalho

Sector : Estampagem

Equipamentos	útil	Inútil	Frequência	observação
Prensa	x		x	
Moldes	x			
Torno mecânico	x		x	
Chave 5	x		x	
Chave 6	x		x	
Chave 7		x		Não pertence a esta secção
Chave 8	x		x	
Chave 10	x		x	
Chave 19	x		x	
Parafusos 5	x	x	x	Muitos parafusos danificados
Parafusos 6	x	x	x	
Parafusos 7		x		
Parafusos 8	x	x	x	
Parafusos 9	x	x	x	
Parafusos 10	x	x	x	
Folha de serra		x		Não pertence a esta secção
Chaves de estrela		x		Não pertence a esta secção
Escova de óleo	x		x	Estavam danificadas- Remoção- comparar novas
Restos de aço por temperar		x		Não pertence a esta secção
Peças		x		Peças sujas com alguns anos
Chapas		x		Chapas de diferentes diâmetros com alguns anos
Papeis		x		Papeis velhos e com sujidade
Material de desenvolvimento	x	x		Algum material utilizado para o desenvolvimento já estava danificado

Anexo IV - Procedimento de trabalho



Procedimentos

Limpeza e organização do Posto de trabalho

Quando acabar o dia de trabalho deve:

Limpar a base da prensa

Verificar e limpar na existência de derrame de óleo na prensa e no piso



Deixar as ferramentas no local apropriado

Limpar a bancada de trabalho , torno mecanico

Colocar os papeis de limpeza e já utilizados no contentor do residuo

Sempre que realizar a mudança do molde deve:

Arrumar as ferramentas no sitio apropriado

Arrumar os moldes no armário

Arrumar e limpar os acessórios : falanges, varas, :

Arrumar os parafusos no sitio apropriado

Atenção : realizar o procedimento de trabalho com o uso dos EPI



Para a limpeza deve utilizar:

Papel

Diluyente caso seja necessario remover sujidade



Procedimentos

Procedimento indicado no posto de trabalho

Sector: Estampagem Maquinas: Adira PHC 160/100

Procedimento de trabalho na prensa

verificar se a prensa se encontra operacional
 Colocar no lote o código da peça e a descrição da mesma(caso não saiba tem uma lista de códigos junto a prensa)
 Colocar as luvas de protecção
 Com as duas mão no comando bimanual
 Com uma mão retirar a peça fabricada e colocar no lote
 Repetir esta actividade

Procedimento de trabalho na mudança do molde

Retirar a chapa restante das peças anteriores e colocar no desperdício
 Verificar todas as chaves necessarias para a mudança do molde
 Colocar a prensa em modo desmanche
 Retirar o molde superior
 Retirar o molde inferior
 Transportar os moldes separadamente para a bancada de apoio
 Transportar chaves necessarias a utilizar
 limpar zona de prensa para nova utilização
 Desmanchar o molde
 Arrumar molde no armario corrceto
 Montar molde no torno mecanico
 Transportar o molde inferior para a prensa e chaves necessarias
 Anexar o molde inferior a prensa
 Transportar molde superior
 Anexar o molde superior a prensa
 Ajustar prensaparte de cima da mesa (parametros incluidos na ficha tecnica)
 Ajustar prensaparte de baixo da mesa (parametros incluidos na ficha tecnica)
 Ajustar alimentador (parametros incluidos na ficha tecnica)
 Colocar chaves no local destinado

Atenção : realizar o procedimento de trabalho com o uso dos EPI

EPI - equipamento de protecção individual

Luvas



Abafadores



Calçado



Bata



Anexo V - Checklist Fase 1 da metodologia SMED-Up

	Codigo	Actividade	Descrição	Pessoa	Tempo (s)
Etapa 1	1.0	Produzir	Produziu a última peça do lote	OP1	7
	1.1	Retirar	Retirou a chapa já utilizada da máquina	OP1	15
	1.2	Transportar	Transportou a chapa utilizada para o contentor de resíduo	OP1	6
	1.3	Retirar	Retirou as luvas	OP1	
	1.4	Retirar	Retirou as peças que estavam na prensa para o lote	OP1	
	1.5	Retirar	Retirou a cadeira de apoio da frente da prensa e colocou à esquerda	OP1	
	1.6	Limpar	molde na prensa	OP1	33
	1.7	Esperar	Esperou pela informação do técnico	OP1	61
	1.8	Desligar/ligar	Desligou a máquina e colocou em modo de mudança de ferramenta	OP1	25
	1.9	Posicionar	Posicionou o cursor do cabeçote com o comando	OP1	11

	Codigo	Actividade	Descrição	Pessoa	Tempo (s)
Etapa 2	2.0	Apanhar	Apanhou a chave manual	OP1	5
	2.1	Desenroscar	Desenroscou os 4 parafusos M19 com a chave manual	OP1	77
	2.2	Posicionar	Posicionou novamente o cabeçote com o comando	OP1	6
	2.3	Colocar	Colocou as luvas	OP1	
	2.4	Esperar	Esperou pelo técnico para posicionar o cabeçote com a chave manual de 3mm	OP1	
	2.5	Posicionar	Posicionou o cursor superior do cabeçote com a chave manual de 3mm	OP1	27
	2.6	Retirar	Retirou a peça inferior do conjunto do molde superior	OP1	38
	2.7	Deslocar-se	Deslocou-se a bancada para acionar ao técnico que necessitava de ajuda	OP1	4
	2.8	Esperar	Esperou a ajuda do técnico para deslocar o lote realizado mais para a direita	OP1	
	2.9	Retirar	Retirou a peça superior do conjunto do molde superior	OP1	10
	2.10	Transportar	Transportou a peça inferior do molde superior até a bancada	OP1	7
	2.11	Apanhar	Apanhou a chave manual M12 e voltou à prensa	OP1	4
	2.12	Desenroscar	Desenroscou os 4 parafusos M12 com a chave manual	OP1	71
	2.13	Procurar	Procurou uma chave manual	OP1	
	2.14	Transportar	Transportou a chave manual à bancada de apoio e voltou a prensa	OP1	
	2.15	Transportar	Transportou a peça superior do molde superior à bancada	OP1	27
	2.16	Deslocar-se	Deslocou-se à prensa	OP1	9
	2.17	Retirar	Retirou da prensa a peça superior do conjunto do molde inferior	OP1	8
	2.18	Apanhar	Apanhou a chave manual	OP1	9
	2.19	Desenroscar	Desenroscou os parafusos com a chave manual	OP1	80
	2.20	Retirar	Retirou a peça superior do conjunto superior do molde	OP1	8
	2.21	Transportar	Transportou o molde à bancada	OP1	7
2.22	Limpar	Limpou os restos de óleo do conjunto inferior e superior do molde	OP1	20	

	Codigo	Actividade	Descrição	Pessoa	Tempo (s)
Etapa 3	3.0	Colocar	Colocou o molde superior colado ao molde inferior com os comandos da prensa	OP1	15
	3.1	procurar	Procurou a chave manual correcta na bancada	OP1	
	3.2	Procurar	Procurou a chave manual correcta na prensa	OP1	
	3.3	Apanhar	Apanhou a chave manual e deslocou-se a bancada	OP1	4
	3.4	Desenroscar	Desenroscou os parafusos M8 com a chave manual	OP1	62
	3.5	Retirar	Retirou o acessório do molde superior e colocou na bancada	OP1	6
	3.6	Limpar	Limçou o acessório (falange) do interior do molde superior	OP1	22
	3.7	Colocar/retirar	Retirou o molde do torno mecânico e colocou na bancada	OP1	17
	3.8	Limpar	Limçou o molde superior	OP1	14
	3.9	Transportar	Transportou a chave manual M10 à prensa	OP1	5
	3.10	Desenroscar	Desenroscou os parafusos M10 com a chave manual	OP1	47
	3.11	Retirar	Retirou da prensa a peça inferior do conjunto do molde inferior	OP1	11
	3.12	Transportar	Transportou a peça do molde inferior até a bancada	OP1	9
	3.13	Colocar / retirar	Colocou a peça do molde inferior do conjunto do molde inferior no torno mecânico	OP1	21
	3.14	Procurar	Procurou a chave de manual M8	OP1	15
	3.15	Apanhar	Apanhou a chave manual da bancada	OP1	
	3.16	Desenroscar	Desenroscou os parafusos M8 com a chave manual	OP1	49
	3.17	Retirar	Retirou o molde do torno mecânico e colocou na bancada	OP1	14
	3.18	Transportar	Dirigiu-se à prensa e transportou a falange do mole inferior à bancada	OP1	8
	3.19	Limpar	Limçou os moldes	OP1	62
	3.20	Transportar	Dirigiu-se ao sector da máquinação e retirou papel para limpar a prensa	OP1	5
	3.21	Limpar	Limçou a bancada da prensa	OP1	33
3.22	Esperar	Esperou pelo técnico para realizar a montagem do molde seguinte	OP1	32	
Etapa 4	4.0	Transportar	Transportou a bobine desde o armazem de materias-primas até à prensa	OPE	157
	4.1	Desenroscar	Desenroscou as molas do alimentador de chapa	OPE	126
	4.2	Colocar / alinhar	Colocou a bobine no alimentador de chapa e ajustou as molas	OPE	61
Etapa 5	5.0	Juntar	Juntou a peça inferior e superior do molde inferior e superior, respetivamente	TEC	25
	5.1	Arrumar	Pegou no molde e arrumou as partes externas superior e inferior (comuns aos restantes moldes) na bancada	TEC	19
	5.2	Transportar	Transportou as partes inferior e superior do molde superior e inferior e arrumou no armário	TEC	16
	5.3	Transportar	Transportou o novo molde para a bancada	TEC	17
	5.4	procurar	Procurou os parafusos que são utilizados no novo molde	TEC	
	5.5	Roscar	Roscou os parafusos M 10 no conjunto do molde inferior	TEC	47
	5.6	Desencaixar	Desencaixou os acessórios do molde inferior	TEC	4
	5.7	Desenroscar	Desenroscou os parafusos para poder acoplar o restante molde inferior	TEC	1
	5.8	Desencaixar	Desencaixar o peça inferior do molde inferior dos acessórios	TEC	27
	5.9	Desencaixar	Desencaixou os acessórios do molde inferior	TEC	9
	5.10	colocar	Colocou peças do molde inferior no torno mecanico	TEC	5
	5.11	Encaixar	Encaixou o molde inferior aos acessórios	TEC	5
	5.12	Apanhar	Apanhou a chave manual para roscar os parafusos M 10	TEC	3
	5.13	Roscar	Roscou os parafusos M 10 no conjunto do molde inferior	TEC	47
5.14	Retirar	Retirou o molde do torno mecânico e colocou na bancada	TEC	5	

	Codigo	Actividade	Descrição	Pessoa	Tempo (s)
Etapa 6	6.0	Transportar	Transportou a parte inferior do conjunto do molde inferior à prensa	TEC	8
	6.1	Anexar	Ligou o punção à peça inferior do molde inferior	TEC	8
	6.2	Deslocar-se	Deslocou-se a bancada	TEC	6
	6.3	Encaixar	Encaixou a peça superior do molde superior aos acessórios	TEC	21
	6.4	Colocar	Colocou a peça superior do molde superior com os acessórios no torno mecânico	TEC	11
	6.5	Roscar	Roscou os parafusos M6 coma chave manual para ligar o acessorio ao molde	TEC	41
	6.6	Procurar	Procurou a vara para juntar ao conjunto do molde superior	TEC	
	6.7	Roscar	Roscou a vara no conjunto do molde superior	TEC	15
	6.8	Retirar	Retirou o conjunto superior do molde superior do torno mecânico	TEC	4
	6.9	Anexar	Fez a ligação a peça superior do molde superior à peça inferior do molde superior	TEC	29
	6.10	Roscar	Roscou os parafusos do molde superior com a chave manual M8	TEC	35
	6.11	Colocar	Colocou a peça superior do molde inferior e o acessório já encaixado no torno mecânico	TEC	8
	6.12	Roscar	Roscou os parafusos do molde inferior com a chave manual M8	TEC	37
	6.13	Retirar	Retirou o molde inferior do torno mecânico e colocou na bancada	TEC	3
6.14	Transportar	Transportou o conjunto do molde inferior à prensa	TEC	14	

	Codigo	Actividade	Descrição	Pessoa	Tempo (s)
Etapa 7	7.0	Anexar	Fez a ligação do conjunto superior ao conjunto inferior do molde inferior	TEC	10
	7.1	Apanhar	Apanhou a chave manual M12 para realizar a ligação	TEC	7
	7.2	Roscar	Roscou os parafusos M12 com a chave manual, sem fazer o aperto final	TEC	21
	7.3	Anexar	Verificou a ligação do mole inferior com o punção	TEC	5
	7.4	Ajustar	Posicionou a altura da prensa com os comandos	TEC	33
	7.5	Deslocar-se	Deslocou-se à bancada de apoio	TEC	4
	7.6	Encaixar	Encaixou as peças superior e inferior do conjunto do molde superior	TEC	5
	7.7	Transportar	Tranportou o molde supeior à prensa	TEC	5
	7.8	Anexar	Colocou o conjunto do molde supeior em cima do conjunto do molde inferior	TEC	7
	7.9	Ajustar	Ajustou os moldes ao punção da prensa	TEC	8
	7.10	Roscar	Roscou os parafusos M12 com os dois dedos da mão direita	TEC	117
	7.11	Ajustar	Ajustou oconjunto do molde superior da prensa	TEC	7
	7.12	Ajustar	Ajustou a altura da prensa com os comandos	TEC	150
	7.13	Esperar	Verificou que a vara não era a indicada e para o conjunto do molde superior	TEC	
	7.14	Desligar/ligar	Colocou a prensa em modo de mexer no corsor da prensa	TEC	21
	7.15	Ajustar	Ajustar o cursor do cabeçote da prensa	TEC	26
	7.16	Deslocar-se	Deslocou-se à bancada de apoio	TEC	
	7.17	Juntar	Juntou o molde superior e alterou a vara	TEC	
	7.18	Roscar	Roscou os parafusos M12 com a chave manual	TEC	
	7.19	Transportar	Transportou o conjunto do molde superior à prensa	TEC	
	7.20	Anexar	Colocou o conjunto do molde supeior em cima do conjunto do molde inferior	TEC	23
	7.21	Ajustar	Ajustou a altura da prensa com os comandos	TEC	10
	7.22	Apanhar	Apanhou os parafusos na mesa da prensa	TEC	21
	7.23	Colocar	Colocou os paradusos M19	TEC	15
7.24	Roscar	Roscou os parafusos M19 com a chave manual e deu o aperto final aos parafusos M12	TEC	100	

	Codigo	Actividade	Descrição	Pessoa	Tempo (s)
Etapa 8	8.0	Ajustar	Ajustou a altura sa prensa com os comandos	TEC	15
	8.1	Apanhar	Apanhou a chave manual M3 e colocou na mesa da prensa	TEC	29
	8.2	Desligar/ligar	Colocou a prensa em modo de operar	TEC	21
	8.3	Medições	Com o paquimetro que estava na bata mediu a espessura do molde inferior	TEC	14
	8.4	Ajustar	Ajustou a distância da chapa ao molde	TEC	19
	8.5	Ajustar	Ajustou a altura da prensa com os comandos	TEC	22
	8.6	Ajustar	Ajustou a linha da chapa na prensa	TEC	96
	8.7	Colocar	Colocou a chapa na linha de chapa	TEC	85
	8.8	Ajustar	Ajustou a chapa com o molde	TEC	69
	8.9	Ajustar	Ajustou a pressão da prensa	TEC	25
	8.10	Ajustar	Ajustou novamente a chapa e colocou as mãos no comando da prensa	TEC	40
	8.11	Produzir	Produziu a 1 peça	TEC	25
	8.12	Desligar/ligar	Colocou a prensa em modo de operar	TEC	26
8.13	Produzir	3 peças	TEC	15	

Tempo de mudança de ferramenta Segundos

2937

AnexoVI - Handtool Analysis checklist;

BRITEFIL MENU

Teste à ferramenta

Características da ferramenta : chave de roquete

Φ: 3,30 cm

Ferramenta motorizada : cabo 12,0 cm

Resolução :0,05mm ; Paquimetro

Com luvas →0,13cm

Superfície da pega : Material _____

Peso:1,100Kg

Resolução :20g balança mecânica

Compressão :4/8 bar

Actuador/Gatilho :

Mão em repouso _____

Extensão dos dedos : _____

Tamanho : _____ preferível 5,1 - 6,4cm

Min:12,5 cm agarrar oblíquo

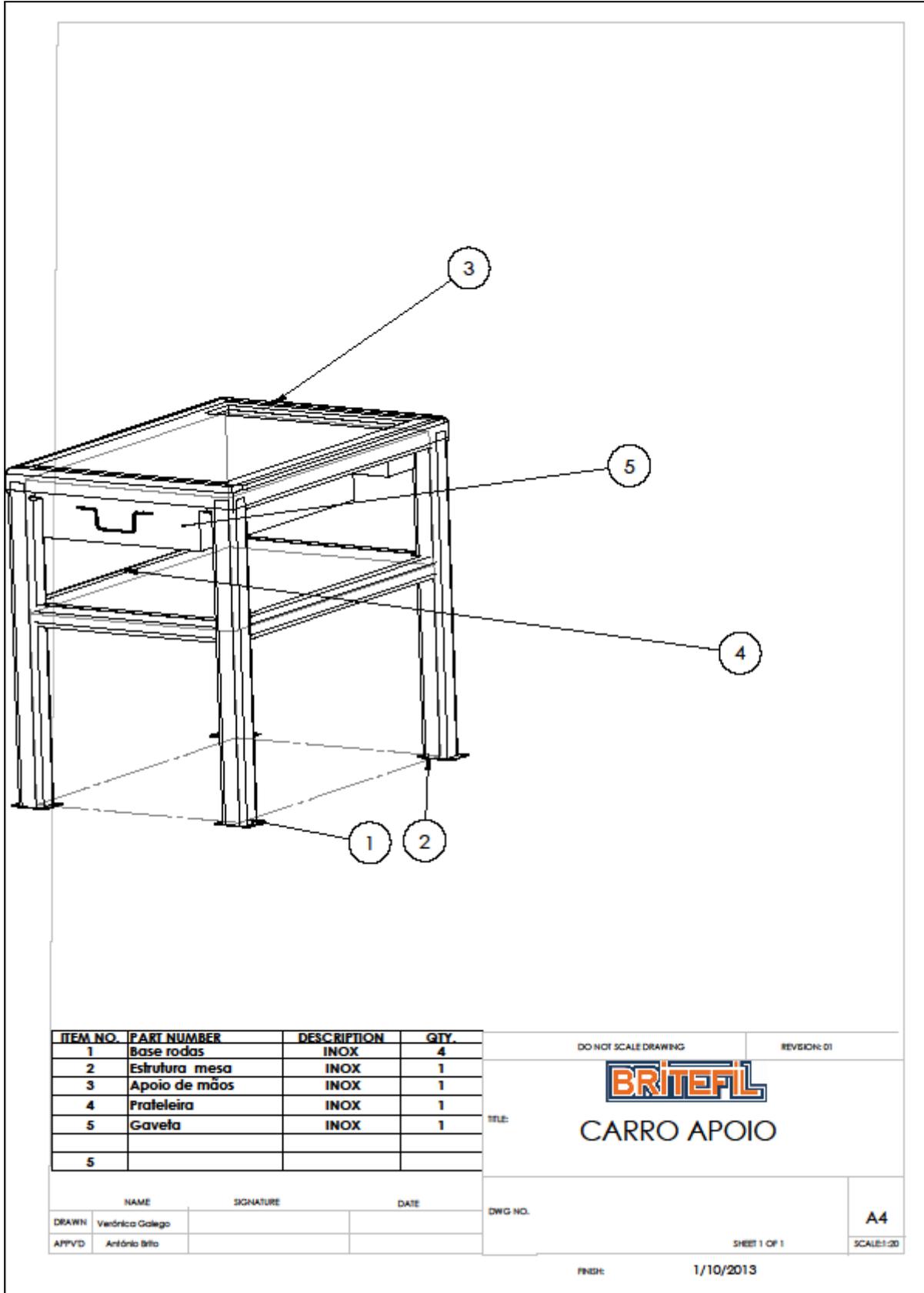
Handtool Analysis Checklist		S	N
Ferramenta	A ferramenta aplica-se a actividade ?	X	
	A ferramenta chega ao molde?	X	
	A ferramenta consegue desapertar todos os parafusos do M superior ?	X	
	A ferramenta consegue desapertar todos os parafusos do M inferior ?	X	
	A ferramenta é pesada para o operador ?		X
	Ao usar a ferramenta a postura do punho é neutra ?	X	
	Ø da pega da ferramenta com a mão do operador é aceitável ?	X	
	A ferramenta reduz a força humana aplicada ao molde?	X	
	Ao utilizar a ferramenta o agarrar é oblíquo?		X
	A ferramenta eléctrica é necessária ?	X	
	A ferramenta é equilibrada ?	X	
	A ferramenta suspensa é pesada ?	X	X
	A ferramenta é fácil de usar ?	X	
	A ferramenta permite visibilidade adequada ao executar a tarefa?	X	
	A pega da ferramenta evita o deslize ?	X	
	A ferramenta encontra-se equipada com alças de textura , material não condutor?		
	A ferramenta é fácil de aplicar a todos os operadores?	X	
O movimento do operador não exerce uma flexão ou extensão do punho ?	X		
A ferramenta pode ser utilizada em segurança com luvas ?	X		
A ferramenta pode ser usada em qualquer mão ?	X		

Medidas (mm)

Chaves mais utilizadas	10	12	19	8	6	5
------------------------	----	----	----	---	---	---

Aprovado

Anexo VII - Plano de construção do carro de apoio, fase 2



Anexo IX - Documento de parametrização dos ajustes da prensa;



Ficha tecnica nº _____

Código Componente : _____ Descrição: _____
 Material: AISI _____ Prensa: _____

Código Molde : _____ Chaves : medidas :	Sup: _____ 	Inf: _____ 
Localização : Armarios  	Acessorios Molde /descrição /desenho <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div>	

Ajuste

Desenho

Parte de cima da mesa



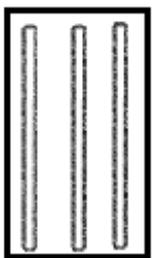
Sup
Força : _____

Parte de baixo da mesa



Inf
Força : _____

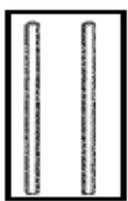
Para mesa de Cima:



A B C

A: _____
B: _____
C: _____

Parte de baixo da mesa



D E

D: _____
E: _____

Alimentador Medidas



x2: _____

valor teorico : Φ peça \pm 2,5mm

ATENÇÃO: Nunca baixar a máquina sem o técnico verificar que está tudo conforme o previsto

Anexo X - Checklist fase 2 da metodologia SMED-Up

Etapa	Código	Atividades	Designação	Operador	Tecnico	Operador MP	ACT paralelas
1	1.0	Produzir	Produzir última peça do lote	3			
2	2.0	Ligar/desligar	Alterou a prensa para modo desmontar	18			
	2.1	Transportar	Transportou o carro de apoio até a máquina	10			
	2.2	Posicionar	posicionou a prensa	11			
	2.3	Apanhar	Apanhou as ferramentas	3			
	2.4	Desenroscar	Desapertou os 2 parafusos do molde extra -manual	30			
	2.5	Posicionar	posicionou a prensa	2			
	2.6	Transportar	Transportou o molde extra para o carro de apoio	7			
	2.7	Posicionar	posicionou a prensa	7			
	2.8	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M10 que estava no carro de apoio	6			
	2.9	Colocar	Colocou a cabeça da chave no corpo da pneumática	5			
	2.10	Desenroscar	Desenroscou os 4 parafusos do conjunto do molde superior	71			
	2.11	Posicionar	posicionou a prensa	3			
	2.12	Transportar	Transportou as peças do Molde superior para carro de apoio	22			
	2.13	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M12 que estava no carro de apoio	4			
	2.14	Colocar	Colocou a cabeça da chave no corpo da pneumática	4			
	2.15	Desenroscar	Desenroscou os 2 parafusos do conjunto do Molde inferior	37			
	2.16	Colocar	Colocou chave pneumática na bancada da mesa	3			
	2.17	Transportar	Transportou as peças do conjunto do molde inferior para o carro de apoio	5			
	2.18	Limpar	Limpou a bancada da prensa com o papel que se encontrava no carro de apoio	24			
	2.19	Transportar	Transportou o carro de apoio até a bancada de apoio	12			
3	3.0	Transportar	Transportou as peças do molde do carro de apoio p/ bancada	4			
	3.1	Desencaixar	Desencaixou as peças do conjunto	2			
	3.2	Limpar	Limpou o molde com o papel que estava na bancada	10			
	3.3	Transportar	Transportou o Molde superior do carro de apoio diretamente p/ torno mecânico	3			
	3.4	Encaixar	Encaixou a peça do molde superior no torno mecânico	8			
	3.5	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M10	13			
	3.6	colocar	Colocou a cabeça da chave no corpo da pneumática	10			
	3.7	Desenroscar	Desenroscou os 4 parafusos do conjunto do molde superior	36			
	3.8	Limpar	Limpou o conjunto do molde superior com o papel que estava na bancada	17			
	3.9	Retirar	Retirou o conjunto do molde superior do torno mecanico para bancada	4			
	3.10	Limpar	Limpou o molde com o papel que estava na bancada	9			
	3.11	Transportar	Transportou as peças do molde inferior do carro de apoio p/ torno mecânico	6			
	3.12	limpar	Limpou o molde inferior com o papel que estava na bancada	3			
	3.13	Transportar	Transportou e encaixou as peças do molde inferior do carro de apoio p/ torno mecânico	18			
	3.14	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M10 que estava no carro de apoio	2			
	3.15	Desenroscar	Desenroscou 4 parafusos do miolo do molde inferior com a chave pneumática	31			
	3.16	Retirar	Retirou o conjunto do molde inferior do torno mecanico para bancada	3			
	3.17	Limpar	Limpou o molde com o papel que estava na bancada	28			
	3.18	Transportar	Transportou as peças interior do conjunto do molde superior do carro de apoio p/ bancada	4			

	3.19	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M 5	6		
	3.20	colocar	Colocou a cabeça da chave M5 no corpo da pneumática	7		
	3.21	Desenroscar	Desenroscou os 2 parafusos do superior	19		
	3.22	Desencaixar	Desencaixou as peças do conjunto do molde superior	4		
	3.23	limpar	Limpou o molde com o papel que estava na bancada	9		
4	4.0	Transportar	Dirigiu-se ao armário e transportou o molde novo	45		
	4.1	Desencaixar	Desencaixou os conjuntos superior e inferior na bancada	17		
	4.2	Limpar	Limpou os conjuntos	8		Paralelo
	4.3	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M10 que estava no carro de apoio	9		
	4.4	Colocar	Colocou a cabeça da chave M 10 no corpo da pneumática	7		
	4.5	Anexar	Juntou o molde na bancada com o molde na horizontal	16		
	4.6	Roscar	Roscou os parafusos no molde c/ ferramenta manual de forma a alinhar	16		
	4.7	Transportar	Transportou o conjunto do molde superior da bancada para o torno mecanico	7		
	4.8	Roscar	Roscou os 4 parafusos do conjunto do molde superior com a chave pneumática M10	56		
	4.9	Transportar	Transportou o conjunto do molde superior do torno mecanico para a bancada e da bancada p/carro de apoio	8		
	4.10	Anexar	Juntou o conjunto do molde inferior na bancada	39		
	4.11	Transportar	Transportou o conjunto do molde superior da bancada para o torno mecanico	10		
	4.12	Colocar	Colocou os dois Parafusos M10	4		
	4.13	Apanhar	Apanhou a chave pneumática	6		
	4.14	Roscar	Roscou os 4 parafusos com a chave pneumática M10	30		
	4.15	Transportar	Transportou o molde que estava no torno mecânico para carro de apoio	8		
	4.16	Transportar	Transportou o Molde Extra do carro de apoio para a bancada	2		
	4.17	Apanhar	Apanhou a chave Pneumática	2		
	4.18	Colocar	Colocou no Molde extra os 2 parafusos	13		
	4.19	Transportar	Transportou o molde extra da bancada para carro de apoio	6		
	4.20	Transportar	Transportou o carro de apoio da bancada de apoio à prensa	7		
5	5.0	Colocar	Colocou a peça superior do conjunto do molde inferior no cabeçote da prensa	3		
	5.1	Ligar/desligar	Colocou a prensa em modo de anexar o molde	7		
	5.2	Posicionar	Posicionou a prensa como os comandos	5		
	5.3	Roscar	Roscou os 2 parafusos M12 com os dedos que fazem a ligação entre o molde e o cabeçote	9		
	5.4	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M12 que estava no carro de apoio	13		
	5.5	Colocar	Colocou a cabeça da chave M 12 no corpo da pneumática	4		
	5.6	Retirar	Retirou os restos de bobine do alimentador	4		Paralelo
	5.7	Desenroscar	Desenroscou o alimentador de bobine	16		Paralelo
	5.8	Roscar	Roscou os 2 parafusos M12 do molde superior	20		
	5.9	Posicionar	Posicionar prensa	1		
	5.10	Encaixar	Encaixou a peça do Molde inferior na prensa, punção	5		
	5.11	Posicionar	Posicionou a prensa como os comandos	2		
	5.12	transportar	Transportou bobine desde o armazem de materias-primas até a prensa		100	Paralelo
	5.13	Ajustar	Ajustou o molde inferior	42		
	5.14	Transportar	o varão da bancada até à prensa	3		
	5.15	Encaixar	Encaixou o varão no molde inferior na prensa	5		
	5.16	Posicionar	Posicionou a prensa como os comandos	4		

5.17	Roscar	Roscou os 4 parafusos ao molde inferior com os dedos		13			
5.18	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M 10 e colocou no corpo da pneumática		9			
5.19	Posicionar	Posicionou a prensa como os comandos		4			
5.20	Roscar	Roscou os 4 parafusos do molde inferior com a chave pneumática		62			
5.21	Colocar	Colocou a bobine no alimentador de chapa	22		Paralelo		
5.22	Ajustar	Ajustou a bobine ao alimentador de chapa	13		Paralelo		
5.23	Roscar	Roscou o conjunto do molde inferior novamente com a chave pneumática ajustando o conjunto superior com o inferior		25			
5.24	Ajustar	Ajustou o cabeçote da Prensa (molde superior)		14			
5.25	Transportar	Retirou do carro superior as peças de ajuste da pressão da prensa		8			
5.26	colocar	Colocou as peças de ajuste da força/pressão inferior e superior		43			
5.27	Ajustar	Ajustou a linha de chapa	15		Paralelo		
5.28	Apanhar	Apanhou chave manual M3	7		Paralelo		
5.29	Ajustar	Ajustou Linha de chapa	120		Paralelo		
5.30	Ajustar	Ajustou prensa cabeçote		20			
5.31	Posicionar	Posicionou prensa com os comandos		18			
5.32	Ligar/desligar	Colocou em modo de aletrar os ajustes do cabeçote		7			
5.33	Posicionar	Posicionou prensa com os comandos		2			
5.34	Ajustar	Ajustou prensa cabeçote		15			
5.35	Posicionar	Posicionou prensa com os comandos		4			
5.36	Ajustar	Ajustou Prensa cabeçote		9			
5.37	Posicionar	Posicionou prensa com os comandos		4			
5.38	Ligar/desligar	Colocou em modo de aletrar os ajustes do punção		7			
5.39	Colocar	Colocou Molde externo na prensa		9			
5.40	Posicionar	Posicionar prensa com os comandos		7			
5.41	Encaixar	Encaixare apertou com a chave manual os 2 parafusos o Molde externo do molde superior		48			
5.42	Posicionar	Posicionar prensa com os comandos		2			
6	6.0	Arrumar	Arrumar as ferramentas no carro de apoio	19	Paralelo		
	6.1	Transportar	Transportar o carro de apoio à bancada	5	Paralelo		
	6.2	Medir	Medir com o paquímetro a espessura do molde inferior	4	Paralelo		
	6.3	Ajustar	Ajustar o acoplamento da chapa à linha	235	10		
	6.4	Colocar	Colocar a chapa no meio do molde superior e inferior	28	Paralelo		
	6.5	Ajustar	Ajustar a chapa na linha de chapa		23		
	6.6	Colocar	Colocar mais chapa até ao final do molde	4			
	6.7	Ligar/desligar	Ligar prensa em modo de funcionameto		7		
	6.8	Ajustar	Ajustar novamente chapa no molde		18		
	6.9	Ajustar	Ajustar prensa no punção		20		
	6.10	Produzir	Produzir as duas primeiras peças conformes do lote		6		
	6.11	Transportar	Transportou molde antigo para o armário		20	Paralelo	
		Total		1256	655	100	380
		Tempo Total (segundos)		1631			

Anexo XI - Checklist fase 3 da metodologia SMED-Up

Etapa	Código	Actividades	Designação	Operador	Técnico	Operador MP	ACT paralelas	Act
1	1.0	Produzir	Produzir ultima peça do lote		3			int
2	2.0	Ligar/desligar	Alterou a prensa para modo desmontar		18			int
	2.1	Transportar	Transportou o carro de apoio até a máquina		10			int
	2.2	Posicionar	posicionou a prensa		11			int
	2.3	Apanhar	Apanhou as ferramentas		3			int
	2.4	Desenroscar	desapertou os 2 parafusos do molde extra -manual		30			int
	2.5	Posicionar	posicionou a prensa		2			int
	2.6	Transportar	Transportou o molde extra para o carro de apoio		7			int
	2.7	Posicionar	posicionou a prensa		7			int
	2.8	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M10 que estava no carro de apoio		6			int
	2.9	Colocar	Colocou a cabeça da chave no corpo da pneumática		5			int
	2.10	Desenroscar	Desenroscou os 4 parafusos do conjunto do molde superior		71			int
	2.11	Posicionar	posicionou a prensa		3			int
	2.12	Transportar	Transportou as peças do Molde superior para carro de apoio		22			int
	2.13	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M12 que estava no carro de apoio		4			int
	2.14	Colocar	Colocou a cabeça da chave no corpo da pneumática		4			int
	2.15	Desenroscar	Desenroscou os 2 parafusos do conjunto do Molde inferior		37			int
	2.16	Colocar	Colocou chave pneumática na bancada da mesa		3			int
	2.17	Transportar	Transportou as peças do conjunto do molde inferior para o carro de apoio		5			int
	2.18	Limpar	Limpou a bancada da prensa com o papel que se encontrava no carro de apoio		24			int
	2.19	Transportar	Transportou o carro de apoio até a bancada de apoio		12			int
3	3.0	Transportar	Transportou as peças do molde do carro de apoio p/ bancada		4			int
	3.1	Desencaixar	Desencaixou as peças do conjunto		2			int
	3.2	Limpar	Limpou o molde com o papel que estava na bancada		10			int
	3.3	Transportar	Transportou o Molde superior do carro de apoio diretamente p/ torno mecânico		3			int
	3.4	Encaixar	Encaixou a peça do molde superior no torno mecanico		8			int
	3.5	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M10		13			int
	3.6	colocar	Colocou a cabeça da chave no corpo da pneumática		10			int
	3.7	Desenroscar	Desenroscou os 4 parafusos do conjunto do molde superior		36			int
	3.8	Limpar	Limpou o conjunto do molde superior com o papel que estava na bancada		17			int
	3.9	Retirar	Retirou o conjunto do molde superior do torno mecanico para bancada		4			int
	3.10	Limpar	Limpou o molde com o papel que estava na bancada		9			int
	3.11	Transportar	Transportou as peças do molde inferior do carro de apoio p/ torno mecânico		6			int
	3.12	limpar	Limpou o molde inferior com o papel que estava na bancada		3			int
	3.13	Transportar	Transportou e encaixou as peças do molde inferior do carro de apoio p/ torno mecânico		18			int
	3.14	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M10 que estava no carro de apoio		2			int
	3.15	Desenroscar	Desenroscou 4 parafusos do miolo do molde inferior com a chave pneumática		31			int
	3.16	Retirar	Retirou o conjunto do molde inferior do torno mecanico para bancada		3			int
	3.17	Limpar	Limpou o molde com o papel que estava na bancada		28			int

3.18	Transportar	Transportou as peças interior do conjunto do molde superior do carro de apoio p/ bancada	4		int	
3.19	Apanhar	apanhou a cabeça da chave M 5	6		int	
3.20	colocar	Colocou a cabeça da chave M5 no corpo da pneumática	7		int	
3.21	Desenroscar	Desenroscou os 2 parafusos do superior	19		int	
3.22	Desencaixar	Desencaixou as peças do conjunto do molde superior	4		int	
3.23	limpar	Limpou o molde com o papel que estava na bancada	9		int	
4	4.0	Transportar	diriguiu-se ao armário e transportou o molde novo	45		int
	4.1	Desencaixar	Desencaixou os conjuntos superior e inferior na bancada	17		int
	4.2	Limpar	Limpou os conjuntos	8	Paralel o	int
	4.3	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M10 que estava no carro de apoio	9		int
	4.4	Colocar	Colocou a cabeça da chave M 10 no corpo da pneumática	7		int
	4.5	Anexar	juntou o molde na bancada com o molde na horizontal	16		int
	4.6	Roscar	Roscou os parafusos no molde c/ ferramenta manual de forma a alinhar	16		int
	4.7	Transportar	Transportou o conjunto do molde superior da bancada para o torno mecanico	7		int
	4.8	Roscar	Roscou os 4 parafusos do conjunto do molde superior com a chave pneumática M10	56		int
	4.9	Transportar	Transportou o conjunto do molde superior do torno mecanico para a bancada e da bancada p/carro de apoio	8		int
	4.10	Anexar	Juntou o conjunto do molde inferior na bancada	39		int
	4.11	Transportar	Transportou o conjunto do molde superior da bancada para o torno mecanico	10		int
	4.12	Colocar	Colocou os dois Parafusos M10	4		int
	4.13	Apanhar	Apanhou a chave pneumática	6		int
	4.14	Roscar	Roscou os 4 parafusos com a chave pneumática M10	30		int
	4.15	Transportar	Transportou o molde que estava no torno mecânico para carro de apoio	8		int
	4.16	Transportar	Transportou o Molde Extra do carro de apoio para a bancada	2		int
	4.17	Apanhar	Apanhou a chave Pneumática	2		int
	4.18	Colocar	Colocou no Molde extra os 2 parafusos	13		int
	4.19	Transportar	Transportou o molde extra da bancada para carro de apoio	6		int
	4.20	Transportar	Transportou o carro de apoio da bancada de apoio à prensa	7		int
5	5.0	Colocar	Colocou a peça superior do conjunto do molde inferior no cabeçote da prensa	3		int
	5.1	Ligar/desligar	Colocou a prensa em modo de anexar o molde	7		int
	5.2	Posicionar	posicionou a prensa como os comandos	5		int
	5.3	Roscar	roscou os 2 parafusos M12 com os dedos que fazem a ligação entre o molde e o cabeçote	9		int
	5.4	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M12 que estava no carro de apoio	13		int
	5.5	Colocar	Colocou a cabeça da chave M 12 no corpo da pneumática	4		int
	5.6	Retirar	Retirou os restos de bobine do alimentador	4	Paralel o	int
	5.7	Desenroscar	Desenroscou o alimentador de bobine	16	Paralel o	int
	5.8	Roscar	Roscou os 2 parafusos M12 do molde superior	20		int
	5.9	Posicionar	Posicionar prensa	1		int
	5.10	Encaixar	Encaixou a peça do Molde inferior na prensa, punção	5		int
	5.11	Posicionar	posicionou a prensa como os comandos	2		int
	5.12	transportar	Transportou bobine desde o armazem de materias-primas até a prensa		100 o	int
	5.13	Ajustar	Ajustou o molde inferior	42		int
	5.14	Transportar	o varão da bancada até à prensa	3		int
	5.15	Encaixar	encaixou o varão no molde inferior na prensa	5		int

5.16	Posicionar	posicionou a prensa como os comandos		4			int
5.17	Roscar	Roscou os 4 parafusos ao molde inferior com os dedos		13			int
5.18	Apanhar	Apanhou a cabeça da chave M 10 e colocou no corpo da penumática		9			int
5.19	Posicionar	posicionou a prensa como os comandos		4			int
5.20	Roscar	Roscou os 4 parafusos do molde inferior com a chave pneumática		62			int
5.21	Colocar	Colocou a bobine no alimentador de chapa	22			Paralelo	int
5.22	Ajustar	Ajustou a bobine ao alimentador de chapa	13			Paralelo	int
5.23	Roscar	Roscou o conjunto do molde inferior novamente com a chave pneumática ajustando o conjunto superior com o inferior		25		o	int
5.24	Ajustar	Ajustou o cabeçote da Prensa (molde superior)		14		o	int
5.25	Transportar	Retirou do carro superior as peças de ajuste da pressão da prensa		8			int
5.26	colocar	Colocou as peças de ajuste da força/pressão inferior e superior		43			int
5.27	Ajustar	Ajustou a linha de chapa	15			Paralelo	int
5.28	Apanhar	Apanhou chave manual M3	7			o	int
5.29	Ajustar	Ajustou Linha de chapa	120			o	int
5.30	Ajustar	Ajustou prensa cabeçote		20			int
5.31	Posicionar	Posicionou prensa com os comandos		18			int
5.32	Ligar/desligar	Colocou em modo de aletrar os ajustes do cabeçote		7			int
5.33	Posicionar	Posicionou prensa com os comandos		2			int
5.34	Ajustar	Ajustou prensa cabeçote		15			int
5.35	Posicionar	Posicionou prensa com os comandos		4			int
5.36	Ajustar	Ajustou Prensa cabeçote		9			int
5.37	Posicionar	Posicionou prensa com os comandos		4			int
5.38	Ligar/desligar	Colocou em modo de aletrar os ajustes do punção		7			int
5.39	Colocar	Colocou Molde externo na prensa		9			int
5.40	Posicionar	Posicionar prensa com os comandos		7			int
5.41	Encaixar	Encaixare apertou com a chave manual os 2 parafusos o Molde externo do molde superior		48			int
5.42	Posicionar	Posicionar prensa com os comandos		2			int
6	6.0	Arrumar	Arrumar as ferramentas no carro de apoio	19		Paralelo	int
	6.1	Transportar	Transportar o carro de apoio à bancada	5		o	int
	6.2	Medir	medir com o paquímetro a espessura do molde inferior	4		o	int
	6.3	Ajustar	Ajustar o acoplamento da chapa à linha	235	10	o	int
	6.4	Colocar	Colocar a chapa no meio do molde superior e inferior	28		Paralelo	int
	6.5	Ajustar	Ajustar a chapa na linha de chapa		23	o	int
	6.6	Colocar	Colocar mais chapa até ao final do molde	4			int
	6.7	Ligar/desligar	Ligar prensa em modo de funcionameto	7			int
	6.8	Ajustar	Ajustar novamente chapa no molde	18			ext
	6.9	Ajustar	Ajustar prensa no punção	20			ext
	6.10	Produzir	Produzir as duas primeiras peças conformes do lote	6			ext
	6.11	Transportar	Transportou molde antigo para o armário	20		Paralelo	ext
						o	
		Total		1256	655	100	380
		Tempo Total (segundos)					1631

Anexo XII - Checklist fase 4 da metodologia SMED-Up;

Etapa	Código	Atividades	Designação	Operador	Técnico	OP 2	ACT paralelas	At
1	1.0	Retirar	Bobine	4				4 ext
1	1.1	Desenroscar	Maquina à bobine	16				16 ext
1	1.2	Transportar	molde novo e trazer para a bancada		43			ext
1	1.3	Desencaixar	Cojunto		14			ext
1	1.4	Transportar	Bobine			86		86 ext
1	1.5	Colocar	Bobine	22				22 ext
1	1.6	Ajustar	Bobine à maquina	13				13 ext
1	1.7	Limpar	molde		6			6 ext
1	1.8	Produzir	Produzir ultima peça	3				ext
1	1.9	Ligar/desligar	Prensa-modo desmontar	11				ext
2	2.0	Posicionar	Prensa	10				int
2	2.1	Apanhar	ferramenta	3				int
2	2.2	Desenroscar	desapertar 2 parafusos molde extra -manual	30				int
2	2.3	Posicionar	Prensa	2				int
2	2.4	Transportar	molde para carro de apoio	7				int
2	2.5	Posicionar	Prensa	6				int
2	2.6	Apanhar	Chave M10- pneumática	6				int
2	2.7	Colocar	Chave na pneumática	4				int
2	2.8	Desenroscar	molde superior -4 parafusos	69				int
2	2.9	Posicionar	Prensa	2				int
2	2.10	Transportar	Molde sup e inf para carro de apoio	21				int
2	2.11	Apanhar	Chave M12- pneumática	4				int
2	2.12	Colocar	Chave na pneumática	4				int
2	2.13	Desenroscar	Molde inferior -2 parafusos	37				int
2	2.14	Transportar	Molde inferior para carro de apoio	5				int
2	2.15	Limpar	Bancada prensa	23				int
2	2.16	Transportar	Carro de apoio até à bancada	11				int
3	3.0	Transportar	Molde carro de apoio p/ bancada	4				int
3	3.1	Desencaixar	Molde	2				int
3	3.2	Limpar	Molde	3				int
3	3.3	Transportar	Molde carro de apoio p/ torno mecânico	3				int
3	3.4	Encaixar	Molde ao torno mecanico	8				int
3	3.5	Apanhar	Chave M10- pneumática	13				int
3	3.6	colocar	chave na pneumática	9				int
3	3.7	Desenroscar	Molde- 4 parafusos pneumática	38				int
3	3.8	Limpar	Molde	16				int
3	3.9	Retirar	molde do torno mecanico para bancada	4				int
3	3.10	Limpar	Molde	9				int
3	3.11	Transportar	Molde carro de apoio p/ torno mecânico	6				int
3	3.12	limpar	molde	3				int
3	3.13	Transportar	Molde carro de apoio p/ torno mecânico	18				int
3	3.14	Apanhar	Pneumática	2				int

3	3.15	Desenroscar	Molde M 10- 4 parafusos	31	int
3	3.16	Retirar	molde do torno mecanico para bancada	3	int
3	3.17	Limpar	Molde	28	int
3	3.18	Transportar	Molde carro de apoio p/ bancada	4	int
3	3.19	Apanhar	Chave M 5 - pneumática	6	int
3	3.20	colocar	chave na pneumática	8	int
3	3.21	Desenroscar	Molde - 2 parafusos	19	int
3	3.22	Desencaixar	conjunto	3	int
3	3.23	limpar	molde	8	int
4	4.0	Apanhar	Pneumática	10	int
4	4.1	Colocar	Chave M 10- pneumática	7	int
4	4.2	Anexar	Molde	17	int
4	4.3	Roscar	parafusos no molde c/ ferramenta manual	17	int
4	4.4	Transportar	molde da banacada para o torno mecanico	7	int
4	4.5	Roscar	Molde -4parafusos M10	56	int
4	4.6	Transportar	molde do torno mecanico e bancada p/carro de apoio	8	int
4	4.7	Anexar	molde na bancada	38	int
4	4.8	Transportar	molde da banacada para o torno mecanico	8	int
4	4.9	Colocar	Parafusos 2	5	int
4	4.10	Apanhar	pneumática	7	int
4	4.11	Roscar	Molde- 4 parafusos M10	30	int
4	4.12	Transportar	molde para carro de apoio	8	int
4	4.13	Transportar	Molde Extra na bancada	2	int
4	4.14	Apanhar	Pneumática	2	int
4	4.15	Colocar	Molde 2 parafusos	13	int
4	4.16	Transportar	molde da banacada para carro de apoio	6	int
4	4.17	Transportar	Carro de apoio até à bancada da prensa	8	int
5	5.0	Colocar	Molde inferior na prensa	3	int
5	5.1	Ligar/desligar	Prensa	8	int
5	5.2	Posicionar	Prensa	5	int
5	5.3	Roscar	Molde 2 parafusos M12	9	int
5	5.4	Apanhar	pneumática	13	int
5	5.5	Colocar	Chave M 12 - pneumática	4	int
5	5.6	Roscar	Molde- 2 parafusos M12	20	int
5	5.7	Posicionar	Prensa	1	int
5	5.8	Encaixar	Molde inferior a prensa	4	int
5	5.9	Posicionar	Prensa	2	int
5	5.10	Ajustar	molde inferior	41	int
5	5.11	Encaixar	eixo no molde na prensa	5	int
5	5.12	Posicionar	Prensa	5	int
5	5.13	Roscar	Molde - 4 parafusos	14	int
5	5.14	Apanhar	Pneumática	7	int
5	5.15	Posicionar	Prensa	4	int
5	5.16	Roscar	Molde - 4 parafusos	62	int
5	5.17	Roscar	Molde inferior com a ferramenta	25	int

5	5.18	Ajustar	Prensa - molde superior		14		int
5	5.19	Transportar	Peças para a força sup da prensa		8		int
5	5.20	colocar	peças na prensa		43		int
5	5.21	Ajustar	Chapa na linha	15		15	int
5	5.22	Apanhar	ferramentas	7		7	int
5	5.23	Ajustar	Linha de chapa	223		223	int
5	5.24	Ajustar	prensa		19		int
5	5.25	Posicionar	Prensa		18		int
5	5.26	Ligar/desligar	Prensa		7		int
5	5.27	Posicionar	prensa		2		int
5	5.28	Ajustar	Prensa		15		int
5	5.29	Posicionar	prensa		4		int
5	5.30	Ligar/desligar	Prensa		7		int
5	5.31	Colocar	Molde externo na prensa		8		int
5	5.32	Posicionar	Prensa		7		int
5	5.33	Encaixar	Molde externo -2 parafusos		46		int
5	5.34	Posicionar	Prensa		2		int
6	6.0	Ajustar	acoplamento da chapa à linha	234	10		int
6	6.1	Colocar	chapa no molde	27		27	int
6	6.2	Ajustar	chapa no molde		37		int
6	6.3	Ligar/desligar	Prensa		7		ext
6	6.4	Arrumar	molde antigo para armazenagem		17	17	ext
6	6.5	Medir	espessura da peça com paquimento		3	3	ext
6	6.6	Ajustar	chapa no molde		17		ext
6	6.7	Produzir	peça		4		ext
Total				1318	588	86	440

1552

25