

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE EXTRUSÃO DE PISOS NA E06

José Rui Salgueiro



Mestrado em Engenharia Mecânica-Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2012

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Industrial

Candidato: José Rui Salgueiro, N° 1990417, 1990417@isep.ipp.pt

Orientação científica: Manuel Pereira Lopes, mpl@isep.ipp.pt

Empresa: Continental Mabor -Indústria de Pneus, S.A.



Mestrado em Engenharia Mecânica-Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

28 de Outubro de 2012

Dedico este trabalho,

Aos meus Pais que me educaram, mimaram e me deram todas as condições para ser o homem que sou hoje, à Margarida por todo o apoio e paciência para que este trabalho fosse possível e de uma forma muito especial ao meu Pai e Avós que não podem partilhar este momento junto de mim.

Agradecimentos

À Continental Mabor por me ter permitido realizar o presente trabalho.

Ao Engenheiro Armando Estevão, Diretor da Direção da Engenharia Industrial.

Ao meu Orientador do Instituto Superior de Engenharia do Porto, Engenheiro Manuel Pereira Lopes que me apoiou durante toda a realização do trabalho.

Ao meu colega Orientador da empresa Engenheiro Filipe Carvalho.

A todos os membros da família da Direção de Engenharia Industrial da Continental Mabor.

A todos que gostam de mim o meu sincero agradecimento, pela paciência e tempo que dispensaram para me ajudarem.

Resumo

O presente trabalho foi elaborado no âmbito da Dissertação Final de Mestrado do curso de Engenharia Mecânica – Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Este foi realizado numa empresa da indústria de pneus, a Continental Mabor S.A..

Nos dias atuais, a indústria esta cada vez mais competitiva, os custos e os prazos da entrega são cada vez mais reduzidos e a qualidade cada vez mais exigente, assim sendo, é imprescindível uma constante melhoria do sistema produtivo.

Este fato fez com que o presente trabalho tivesse como principal objetivo determinar o estado atual e delinear um plano de melhoria para um equipamento (Extrusora de pisos nº6), recentemente instalado na fábrica mas oriundo de outra fábrica do grupo, recorrendo para tal ao *Lean Manufacturing* e a ferramentas que lhe estão associadas.

Inicialmente realizou-se uma análise e diagnóstico ao processo de extrusão de pisos na Extrusora nº6, com o intuito de avaliar todas as suas ineficiências e ainda formular um plano de melhorias para a ineficiência de maior impacto no sistema produtivo. Esta análise foi realizada em diferentes turnos e diferentes equipas de trabalho de forma a se obter uma amostra mais representativa da realidade global.

Após esta análise verificou-se que as principais ineficiências eram *Setup*, conformidade do material, dimensões e encravamentos, entre outros. Sendo que os *Setup* provocam um tempo de paragem de 101 minutos por turno, escolheu-se esta perturbação como o foco do plano de melhorias a realizar posteriormente.

De forma a reduzir os tempos de mudança (*Setup*), o autor no presente trabalho utilizou ferramentas *Lean Manufacturing*, principalmente o *SMED*. Conjuntamente com o *SMED* ainda foram utilizadas outras ferramentas *Lean Manufacturing* tais como: 5S, Gestão Visual, *Problem Solving* e Normalização do Método de Trabalho.

Após a implementação de todas estas ferramentas obteve-se uma redução de tempos de mudança de 43% com 1 operador e 71% com 2 operadores, ou seja, reduziu-se de 40,5 minutos gastos por turno para a mudança de fieira para 23,13 min e 11,79 min respetivamente, o que corresponde a um ganho monetário anual de 63.621€ ou 105.045€, respetivamente.

Com este trabalho conclui-se que a utilização de ferramentas *Lean Manufacturing* contribuem para a redução dos desperdícios do processo produtivo. Por isso, espera-se que este estudo seja aplicado na Extrusora nº6 e nas restantes Extrusoras de pisos existentes na fábrica, e num futuro próximo que se realize estudos semelhantes em máquinas com diferentes funções.

Palavras-Chave

Setup, SMED, Lean Manufacturing, Extrusão de Pisos, Melhoria Contínua.

Abstract

The present dissertation was prepared under the Final Masters Course of Mechanical Engineering - Industrial Management from the Instituto Superior de Engenharia do Porto. All the main tasks of this thesis were prepared in an industrial environment, more precisely in Continental Mabor S.A. tire plant.

Nowadays industry is getting more and more competitive, costs must be reduced to a minimum, delivery dates are getting shorter and, on the other hand, the necessity of a high quality level is increasing every day. Being it so, and in order to tackle this, a daily processes' continuous improvement is required.

All the above mentioned premises were the key elements for preparing a dissertation that, based in the Lean Manufacturing concepts and associated tools, had as main goal the determination of the actual status of a transferred equipment from a different plant and, at the same time, the preparation of a respective action plan for that same machine: the tread extruder number 6.

The work started with a diagnosis and analysis of the tread extrusion process in extruder machine number 6, with the goal of identifying and evaluating all the inefficiencies, so that an action plan could be determined in order to improve the productive system. As a remark, the diagnosis was done in different shifts and teams so that the sample was as close to real as possible.

After this first step it was possible to realize that the main inefficiencies were resulting from different causes, such as set-ups, non-conforming material and wrong tolerances, among others. Once the set-ups have a major impact on production level (more precisely time losses of around 101 minutes per shift), this reason was chosen as the main cause and the focus of the action plan to be done and worked afterwards.

In order to reduce the set-up time losses, the author used as already referred the Lean Manufacturing tools, more precisely the *SMED* – Single Minute Exchange Dies.

It was also used some more Lean Manufacturing tools such as: the 5's, visual management, problem solving and work methods standardization.

After the implementation of all these tools it was possible to achieve a time reduction of 43% with one operator and 71% with two operators, passing from around 40,5 minutes per shift to 23,13 minutes with one operator and 11,79 minutes for two operators, representing this a saving of 63.621€/year working with one operator and 105.045€/year working with two operators.

Keywords

Setup, *SMED*, Lean Manufacturing, Tread Extrusion, Continuous Improvement.

Résumé

La dissertation présente a été développée durant le Finale du cours de maîtrise en génie mécanique - gestion industrielle de l'Instituto Superior de Engenharia do Porto. Le développement de cette thèse a été préparé dans un environnement industriel, précisément à l'usine de fabrication de pneus Continental Mabor S.A..

De nos jours, l'industrie devient de plus en plus compétitive, en effet les couts doivent être réduits au minimum, dates de livraison se raccourcissent de jour en jour ainsi que l'augmentation du niveau de qualité. Considérant ces éléments, les procédés de production doivent être réévalués et optimisés quotidiennement.

Ces éléments qui caractérisent le rendement des entreprises, ont été les éléments clés pour la préparation d'une dissertation sur le principe d'une production a flux tendu. Le principal objectif de cette these a été de déterminer le statut actuel des transferts d'équipements entre plusieurs usines, et dans le même temps la préparation de plans d'actions pour les machines transférées en particulier : l'extrusion des bandes de roulement.

Le travail a commence avec un diagnostique et une analyse du procédé d'extrusion sur la ligne numéro 6, dans l'objectif d'identifier et d'évaluer toutes les faiblesses, pour établir le plan d'action afin d'améliorer l'efficacité de production. Le diagnostique a été fait avec plusieurs équipes pour assurer un maximum de réalité.

Après cette première étape il a été possible de comprendre que les principales inefficacités étaient le résultat de différentes causes, par exemple réglages, matériaux non conformes ou encore mauvaises tolérances. Ces réglages ont un impact majeur sur le niveau de production, spécialement des pertes de temps d'environ 100 minutes par service, cette raison fut choisie comme principale cause et a reçu par la suite une attention particulière pour le plan d'action.

Dans le but de réduire les pertes de temps dues aux mauvais réglages, le présent auteur a utilise le principe du flux tendu, plus précisément le *SMED* – Single Minute Exchange of Die.

Davantage d'outils sur la base du flux tendu ont été utilisés, comme management visuel, les 5's, solution de problème et standardisation des méthodes de travail.

Après l'implémentation de ces outils, il a été possible d'achever une réduction de temps de 43% avec un opérateur et 71% avec deux opérateurs, passant de 40,5 minutes par service à 23,13 minutes avec un opérateur et 11,79 avec deux opérateurs, représentant une réduction du coût de 63.621 €/Année ou 105.045€/Année respectivement.

Mots-clés

Setup, SMED, Lean Manufacturing, Extrusion des bandes de roulement, Amélioration Continue.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
RESUME	VII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
ACRÓNIMOS	XV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. CALENDARIZAÇÃO	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. FILOSOFIA DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	5
2.2. <i>SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)</i>	9
3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	19
3.1. A CONTINENTAL AG.	19
3.2. A CONTINENTAL EM PORTUGAL	20
3.3. A CONTINENTAL MABOR S.A.	23
3.4. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA <i>CONTINENTAL MABOR S.A.</i>	24
3.5. POLÍTICA DA EMPRESA	26
3.6. VISÃO DA EMPRESA	26
4. DESCRIÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO	27
4.1. PRODUTO FINAL: PNEU.....	27
4.2. DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO PRODUTIVO	29
4.3. PISO	36
5. FORMULAÇÃO DO PLANO DE MELHORIAS	43
5.1. ANÁLISE DE POSSÍVEIS DESPERDÍCIOS DA E06	43
5.2. FORMULAÇÃO DO PLANO DE MELHORIAS COM A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED	47
6. RESULTADOS	69
7. CONCLUSÕES	73

8. TRABALHO NO FUTURO	75
9. ANEXOS	77
9.1. ANEXO A	77
9.2. ANEXO B	77
9.3. ANEXO C	79
9.4. ANEXO D	80
9.5. ANEXO E	82
9.6. ANEXO F	83
9.7. ANEXO G.....	85
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....	87

Índice de Figuras

Figura 1	Benefícios da eliminação ou redução de desperdícios. (Adaptado de Werkema, 2006)	8
Figura 2	Quatros fases do <i>SMED</i> . (Adaptada de Shingo, 1985)	12
Figura 3	Esquema das várias fases da metodologia <i>SMED</i> . (Adaptada de Shingo, 1985)	12
Figura 4	Etapas a seguir de forma a implementar o <i>SMED</i> . (Adaptada de Shingo, 1985)	13
Figura 5	Países onde a Continental AG. está implementada.	20
Figura 6	Instalações da Continental Mabor.	21
Figura 7	Instalações da Continental Pneus.	21
Figura 8	Instalações da Indústria Têxtil do Ave S.A.	21
Figura 9	Instalações da Continental Lemmerz, Lda.	22
Figura 10	Instalações da Continental Teves Portugal, Lda.	22
Figura 11	ContiSeal.	23
Figura 12	Instalações iniciais da Mabor.	23
Figura 13	Estrutura da Continental Mabor.	25
Figura 14	Estrutura de um pneu ligeiro.	28
Figura 15	Função e constituição dos componentes de um pneu ligeiro.	29
Figura 16	Quadro Sinóptico.	31
Figura 17	Misturação.	32
Figura 18	Preparação a Quente.	33
Figura 19	Preparação a Frio.	33
Figura 20	Construção.	34
Figura 21	Vulcanização.	35
Figura 22	Inspeção Final.	36
Figura 23	Piso.	36
Figura 24	Linha de Extrusão.	37
Figura 25	Componentes do interior de uma extrusora.	38
Figura 26	Tremonha da extrusora e folha de borracha.	39
Figura 27	Passadeiras de alimentação e detetores de metais.	39
Figura 28	Cabeçote e fieira com o piso a ser extrudido.	40
Figura 29	Identificação dos pisos com linhas coloridas.	41
Figura 30	Sopradores de ar.	41
Figura 31	Lâmina de corte de pisos.	42
Figura 32	Equipamento de armazenamento automático.	42
Figura 33	Diagrama <i>Ishikawa</i> .	44
Figura 34	<i>Pareto</i> .	46
Figura 35	Identificação e definição de todos os tipos de <i>Setup</i> da E06.	47

Figura 36	Tempo total por turno em cada tipo de <i>Setup</i>	48
Figura 37	Tempo médio e variação de cada tipo de <i>Setup</i>	49
Figura 38	Diagrama de <i>Spaghetti</i>	51
Figura 39	Tempo de cada macro-atividade.....	51
Figura 40	<i>Checklist</i>	59
Figura 41	Mesa de limpeza de fieiras e pré-fieiras.	60
Figura 42	Ferramentas atuais.	61
Figura 43	Proposta de mesa de ferramentas para a cabeça da extrusora.	62
Figura 44	Posição para as ferramentas atuais.	63
Figura 45	Ferramentas atuais.	63
Figura 46	Proposta de cartão para verificação de posição das linhas coloridas.....	64
Figura 47	Diagrama de <i>Spaghetti</i> após realização do <i>SMED</i>	64
Figura 48	Diagrama-Homem máquina com a implementação de atividades paralelas com um segundo operador.	66
Figura 49	Novo Procedimento de <i>Setup</i>	68
Figura 50	Diagrama Homem-Máquina atual.	78
Figura 51	Diagrama Homem-Máquina após 5W+1H e E.C.R.S na Fase 1.....	79
Figura 52	Diagrama Homem-Máquina após 5W+1H e E.C.R.S na Fase 2.....	82
Figura 53	Diagrama Homem-Máquina após 5W+1H e E.C.R.S na Fase 3.....	85

Índice de Tabelas

Tabela 1	Calendarização.	3
Tabela 2	Os sete desperdícios e as suas definições. (Adaptada de Werkema C.,2006)	7
Tabela 3	Exemplo do cálculo do tempo de produção unitário, bem como o rácio entre o tempo de produção unitário em função do tamanho do lote. (Adaptada de Shingo, 1985)	11
Tabela 4	Listagem das várias ferramentas usadas na aplicação do método <i>SMED</i> . (Adaptada de Shingo, 1985)	14
Tabela 5	Frequência, tempo médio e variação de todos os tipos de Setup.	48
Tabela 6	Tempo médio, mínimo, máximo e variação.....	50
Tabela 7	Classificação das atividades em VA e SVA.....	52
Tabela 8	Classificação em operações internas e externas.	54
Tabela 9	5W+1H para as atividades críticas da Fase 1.....	56
Tabela 10	E.C.R.S. para as atividades críticas da Fase 1	58
Tabela 11	Ganhos a nível de tempo após aplicação do <i>SMED</i>	70
Tabela 12	Ganhos a nível de produto final após aplicação do <i>SMED</i>	70
Tabela 13	Ganhos em movimentação após aplicação do <i>SMED</i>	70
Tabela 14	Tempos perdidos em minutos e em percentagem acumulada, por cada perturbação... ..	77
Tabela 15	Tabela de representação do 5W+1H para as atividades críticas da Fase 2.....	80
Tabela 16	Tabela de representação do E.C.R.S. para as atividades críticas da Fase 2	81
Tabela 17	Tabela de 5W+1H para as atividades críticas da Fase 3.	83
Tabela 18	Tabela de E.C.R.S para as atividades críticas da Fase 3.	84

Acrónimos

SMED – Single Minute Changed of Die

5W+1H – Five Why's and One How

E.C.R.S – Eliminar, Corrigir, Reduzir e Simplificar

5S – Seiri (Classificar), Seiton (Organizar), Seiso (Limpar), Seiketsu (Standardizar) e Shitsuke (Respeitar)

E06 – Extrusora de pisos nº6

OEE - Overall Equipment Effectiveness.

VA - Valor Acrescentado

SVA – Sem Valor Acrescentado

OE – Original Equipment

MS – Mercado Substituição

SUV - Sport Utility Vehicle

EOQ – Economic Order Quantity

VSM – Value Stream Mapping

TM – Total Productive Maintenance

WID – Waste Identification Diagram

GTC – Green Tire Conveyer

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Na Continental, o processo produtivo está dividido em seis áreas, nomeadamente: misturação, preparação a quente, preparação a frio, construção, vulcanização e inspeção final. A Direção da Engenharia Industrial tem como um dos objetivos a melhoria contínua dos processos. Cada elemento da engenharia industrial é responsável por um ou mais departamentos, e uma vez que sou o responsável da preparação a Quente (Extrusão) e preparação a Frio (Calandragem), proponho-me a fazer um estudo dentro da minha área de trabalho, e assim, usufruir deste estudo académico para evoluir na minha situação profissional.

O objetivo principal desta dissertação de mestrado é estudar e melhorar a eficiência de uma extrusora de pisos nova na Continental Mabor S.A., mas que foi anteriormente utilizada numa outra fábrica do Grupo Continental A.G.. A nova extrusora de pisos (E06) é a extrusora estrangulada, pelo facto 70% da sua capacidade estar ocupada com artigos de versões únicas. Por este motivo e porque sempre que a empresa recebe uma nova máquina, torna-se imprescindível que seja feita uma análise de modo a estudar e melhorar a eficiência da mesma, propomo-nos fazer um estudo pormenorizado para otimizar o processo produtivo da extrusora de piso nº6 (E06).

1.2. CALENDARIZAÇÃO

Para poder adquirir uma melhor eficiência da extrusora de pisos nº 6 (E06), utilizou-se a calendarização apresentada na Tabela 1. Esta inclui um conjunto de etapas, como por exemplo: mapeamento do processo; inquéritos orais; identificação das principais causas; melhoria do padrão e cálculos de ganhos.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente trabalho encontra-se organizado em oito capítulos:

Capítulo 1: Apresenta a contextualização, o objetivo e calendarização do presente trabalho.

Capítulo 2: É feito uma revisão bibliográfica, focando-se na filosofia *Lean Manufacturing* e na metodologia *SMED*.

Capítulo 3: Contém uma descrição a nível histórico, estrutural, política e organizacional da empresa.

Capítulo 4: Contém uma breve descrição do processo produtivo de um pneu e mais em pormenor do processo de extrusão de um piso.

Capítulo 5: Identifica os principais problemas e apresenta um plano de melhorias.

Capítulo 6: Apresenta os resultados obtidos durante o estudo em causa.

Capítulo 7: São reunidas as principais conclusões.

Capítulo 8: O possível trabalho futuro a desenvolver.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo pretende-se apresentar uma breve revisão dos conceitos teóricos associados à filosofia *Lean Manufacturing*.

Primeiro, com o intuito de descrever a filosofia em causa, indica-se a sua origem e o seu intuito. Visto que esta filosofia engloba a utilização de algumas ferramentas, tornou-se necessário descrever a principal ferramenta em causa neste projeto, ou seja, o *SMED*.

2.1. FILOSOFIA DO *LEAN MANUFACTURING*

O *Lean Manufacturing* tem origem no *Toyota Production System* (TPS). Este teve origem no Japão mais concretamente na fábrica da indústria automóvel da marca Toyota após a Segunda Guerra Mundial, por Eiji Toyoda e Taichi Ohno [16].

Com o decorrer dos anos a indústria sofreu inúmeras mudanças, começando por uma indústria artesanal onde a produção era iniciada e terminada pela mesma pessoa, e terminando pela produção em série, onde o homem apenas realiza uma etapa do processo.

Assim sendo, a produção artesanal permitia uma elevada variedade de produtos de reduzidas quantidades e elevado custo, enquanto a produção em série aumenta ao nível de quantidades e diminui os custos, mas também a diversidade do produto.

Face às necessidades do mercado a Toyota teve a necessidade de resolver este paradigma e assim evoluir com a filosofia *Toyota Production System* (TPS) [16].

A base do *TPS*, segundo Ohno (1988), consiste em dois argumentos: a *autonomation* e a filosofia *Just-in-Time* (JIT). O primeiro, consiste na capacidade que os equipamentos devem ter para parar quando surgir alguma anomalia, de forma a evitar produtos defeituosos. O segundo argumento, consiste na produção unicamente do que é necessário naquele momento e naquela quantidade, evitando assim totais desperdícios [9].

O principal objetivo do *TPS* é a melhoria contínua de processos produtivos e a eliminação dos desperdícios, onde a produção ocorre de forma simples e eficiente [11].

2.1.1. **DESPERDÍCIOS**

Um desperdício é uma atividade que não acrescenta qualquer valor para o cliente, entendendo-se por valor qualquer característica do produto ou serviço que satisfazem as necessidades e expectativas do cliente [6] [11].

Existem dois tipos de atividades, as que acrescentam e as que não acrescentam valor, sendo que as que estão aqui em questão são as que não acrescentam valor, tal como foi referido antes. Estas últimas, também podem ser divididas em dois grupos: as necessárias (são um desperdício, mas necessárias na produção e, como tal, só podem ser minimizadas) e as que são um real desperdício (devendo estas ser totalmente eliminadas).

Segundo Ohno (1988) existem sete tipos de desperdícios, que o próprio desenvolveu durante o progresso do *TPS*. Na Tabela 2 encontram-se os sete desperdícios e os respetivas definições [15].

Tabela 2 Os sete desperdícios e as suas definições. (Adaptada de Werkema C.,2006)

Desperdício	Definição
Defeitos	Produtos fora do especificado.
Movimentos	Articulações desnecessárias que refletem um mau fluxo de trabalho, uma má organização do posto de trabalho e uma inexistências de métodos de trabalho.
Inventários	Quantidades excessivas de material ou produto necessário aos processos produtivos ou aos clientes.
Processos Inadequados	Desajustada utilização dos meios de produção, utilizando assim esforços desnecessários.
Transporte	Deslocações a mais de pessoas, materiais e informações.
Espera	Paragem de pessoas, equipamentos, materiais, ferramentas e informação.
Excesso de Produção	Produção de maiores quantidades que as necessárias, em menor tempo e antes do necessário.

Diversos autores ainda apresentam um oitavo desperdício, que diverge de autor para autor.

Para Ortiz (2006) o oitavo desperdício consiste na não utilização do potencial humano, ou seja, não utilizar o potencial que um operador tem ou utilizá-lo em local errado (colocá-lo numa tarefa em que não se sente confortável) [10].

Womack & Jones (1996), descreve o oitavo desperdício como uma situação em que o produto não vai de encontro às necessidades dos clientes. Isto acontece quando a empresa para além de fabricar o produto, também tem que o projetar e durante a projeção do produto ocorre uma má interação e/ou *feedback* da parte do cliente [16].

Sejam quais forem os desperdícios, o fundamental para qualquer empresa é conseguir identificá-los e posteriormente eliminá-los. Para se poderem eliminar estes, torna-se necessário respeitar cinco princípios, segundo Womack & Jones (1996) [16]:

- Especificar o que acrescenta e o que não acrescenta valor para o cliente;
- Identificar os fluxos de valor e eliminar as atividades que não criam valor;
- Criar um fluxo contínuo das atividades que geram valor;
- Deixar o cliente “puxar a produção”;
- Melhorar continuamente.

A eliminação ou redução dos desperdícios promove vários benefícios. Na Figura 1 apresentam-se alguns exemplos.

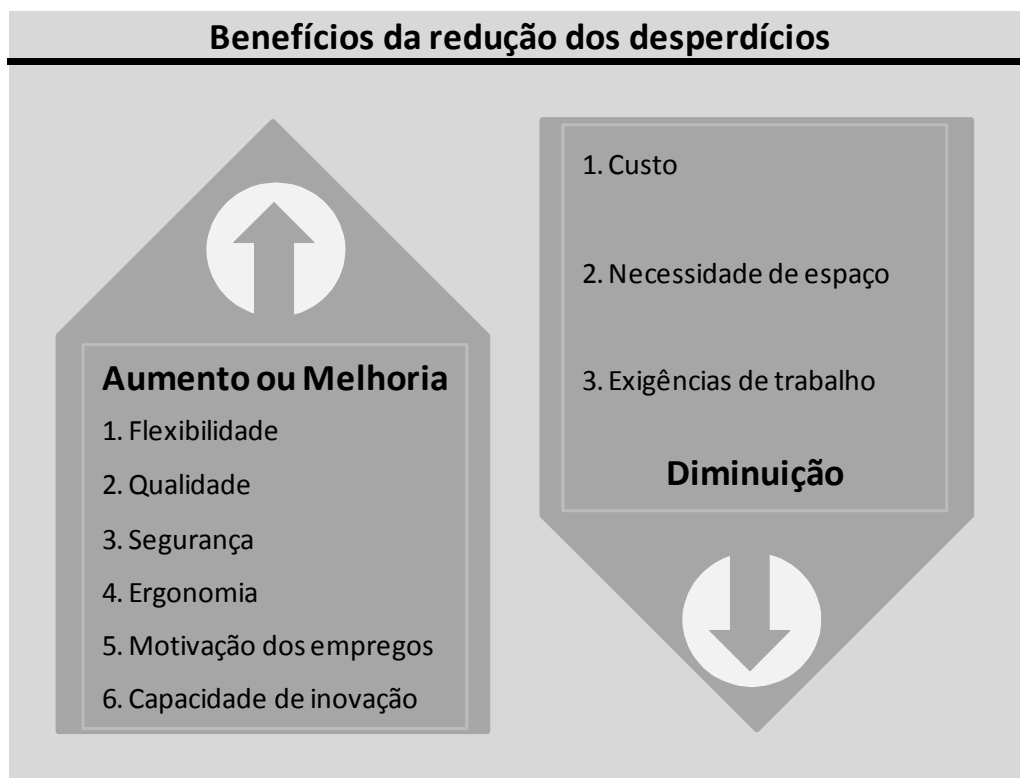


Figura 1 Benefícios da eliminação ou redução de desperdícios. (Adaptado de Werkema, 2006)

2.1.2. FERRAMENTAS UTILIZADAS NO LEAN MANUFACTURING

A implementação da filosofia *Lean Manufacturing* implica a utilização de várias ferramentas auxiliares. As ferramentas em questão são: Mapeamento de fluxo de valor, Kaizen, Métricas Lean, Kanban, Padronização, 5S, *SMED* (*Single Minute Exchange of*

Die), *TPM (Total Productive Maintenance)*, *Gestão Visual*, *VSM (Value Stream Mapping)*, *WID (Waste Identification Diagram)* e *Poka-Yoke (Mistake Proofing)* [15].

No presente trabalho a ferramenta mais utilizadas foi o *SMED* com o intuito de reduzir os tempos de *Setup*.

2.2. ***SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)***

O âmbito deste subcapítulo, é o estudo de uma das ferramentas utilizadas no presente projeto. A ferramenta em causa é o *SMED (Single Minute Exchange of Die)* que visa permitir às empresas desenvolver programas que diminuam os seus custos produtivos e tornem possível uma maior flexibilidade na sua produção.

Neste capítulo iremos descrever a origem, o enquadramento histórico e a metodologia do *SMED*.

2.2.1. **ORIGEM E ENQUADRAMENTO HISTÓRICO**

Em 1985, Shingo publicou um livro, “*A Revolution in Manufacturing: The SMED System*”, onde descreveu o *SMED* como uma metodologia utilizada para melhorar o desempenho nas mudanças de ferramentas. Desde então, esta metodologia tem sido mencionada e referenciada em diversos estudos e obras literárias e, devido a sua elevada importância e significado, tem sido implementada na indústria com o intuito de melhorar os processos produtivos [12].

Single Minute Exchange of Die, é um termo que designa a teoria e as técnicas utilizadas na metodologia em causa, com o intuito de realizar *Setup* inferiores a dez minutos e que sejam número inteiros. Na realidade, nem todos os *Setup* podem ser de um a nove minutos, no entanto o objetivo do *SMED* é reduzir o tempo do mesmo [12].

O *SMED* é igualmente conhecido por *Quick Changeover (QCO)* sendo um dos métodos do *Lean Manufacturing* usado para reduzir os desperdícios de produção. Este método permite alterar o formato de um produto de uma linha de produção de uma forma rápida e eficiente, obtendo-se uma maior flexibilidade na instalação industrial e reduzir-se os custos associados.

Este conceito nasceu no início da década de 60, quando Shingo (1985) tentava calcular a quantidade ideal de produtos que cada lote da Toyota deveria ter, de forma a reduzir os seus custos.

Naquela altura, defendia-se que a melhor forma de reduzir os custos de paragem das máquinas aquando da alteração de formato/ferramentas era produzir grandes quantidades, de forma a se obter uma baixa percentagem de tempo perdido em mudanças de formatos/ferramentas por peça. Min e Pheng (1990), defendiam que se obtinha a quantidade ideal de cada lote quando os custos de armazenamento igualavam os custos de paragem da linha produtiva para a mudança de lote [7].

Quando Shingo (1985) tentou implementar o ideal de Min e Pheng na fábrica da Toyota deparou-se com um problema, os custos de aquisição de terrenos para armazenar os veículos produzidos eram elevadíssimos. Perante esta situação Shingo idealizou que a melhor maneira de diminuir a quantidade ideal do lote era reduzir os tempos de paragem para mudanças de formatos/ferramentas. Se conseguíssemos reduzir os tempos de paragens, reduzíamos a quantidade ideal de cada lote e consequentemente diminuíamos os custos. Hoje em dia esta discussão mantém-se, visto que este parâmetro depende sempre do valor mínimo de cada lote produzido, e este tem sempre que ser calculado. O ideal de produzir grandes lotes tem sido posto um pouco de lado por deixar de ser rentável, devido aos elevados custos inerentes com a não valorização do capital investido em forma de *Stock* e aos custos de oportunidade de capital.

Tornou-se necessário definir uma quantidade ideal para cada lote (*EOQ-Economic Order Quantity*), que consiste na relação entre o tempo de produção de cada lote e o tempo de preparação da linha de produção, ou seja, o tempo decorrido entre a produção da última peça boa do antigo lote e a primeira peça boa do novo lote. Pode-se então afirmar que quanto mais longa for a mudança de lote, maior terá de ser o lote, para que cada peça seja produzida em menor tempo possível [7].

Segundo Abdullah (2007) é difícil calcular a quantidade ideal de produção devido a não se saber a quantidade exata de peças defeituosas em cada lote produzido. É aqui que o *SMED* tem um papel fundamental, visto que o tempo de mudança de formato/ferramenta é bastante importante no tempo total de produção de um lote [1].

Na Tabela 3 é possível observar a relação entre a quantidade do lote e o tempo de produção unitário. À medida que a quantidade do lote aumenta, o tempo de produção unitário desce, devido à dissolução do tempo perdido na mudança de formato por um maior número de peças. Na referida tabela é possível observar o rácio entre o tempo de produção unitário em função do tamanho do lote.

Tabela 3 Exemplo do cálculo do tempo de produção unitário, bem como o rácio entre o tempo de produção unitário em função do tamanho do lote. (Adaptada de Shingo, 1985)

Tempo de Setup (Hrs)	Dimensão do lote	Tempo de operação unitário (min)	Tempo de produção unitário (min)	Rácio (%)
8	100	1	$1 \text{ min} + \frac{8 \times 60}{100} = 5.8 \text{ min}$	100
8	1.000	1	$1 \text{ min} + \frac{8 \times 60}{1.000} = 1.48 \text{ min}$	26
8	10.000	1	$1 \text{ min} + \frac{8 \times 60}{10.000} = 1.048 \text{ min}$	18

2.2.2. DESCRIÇÃO DO MÉTODO

O *SMED*, segundo Shingo (1985), pode ser utilizado em qualquer unidade fabril e em qualquer tipo de máquina por se tratar de uma redução de tempo de *Setup* [12].

Seguindo a mesma ideologia, o método deve ser aplicado em cada máquina faseadamente, sendo que existem quatro fases. As quatro fases em causa são as apresentadas e descritas na Figura.2:

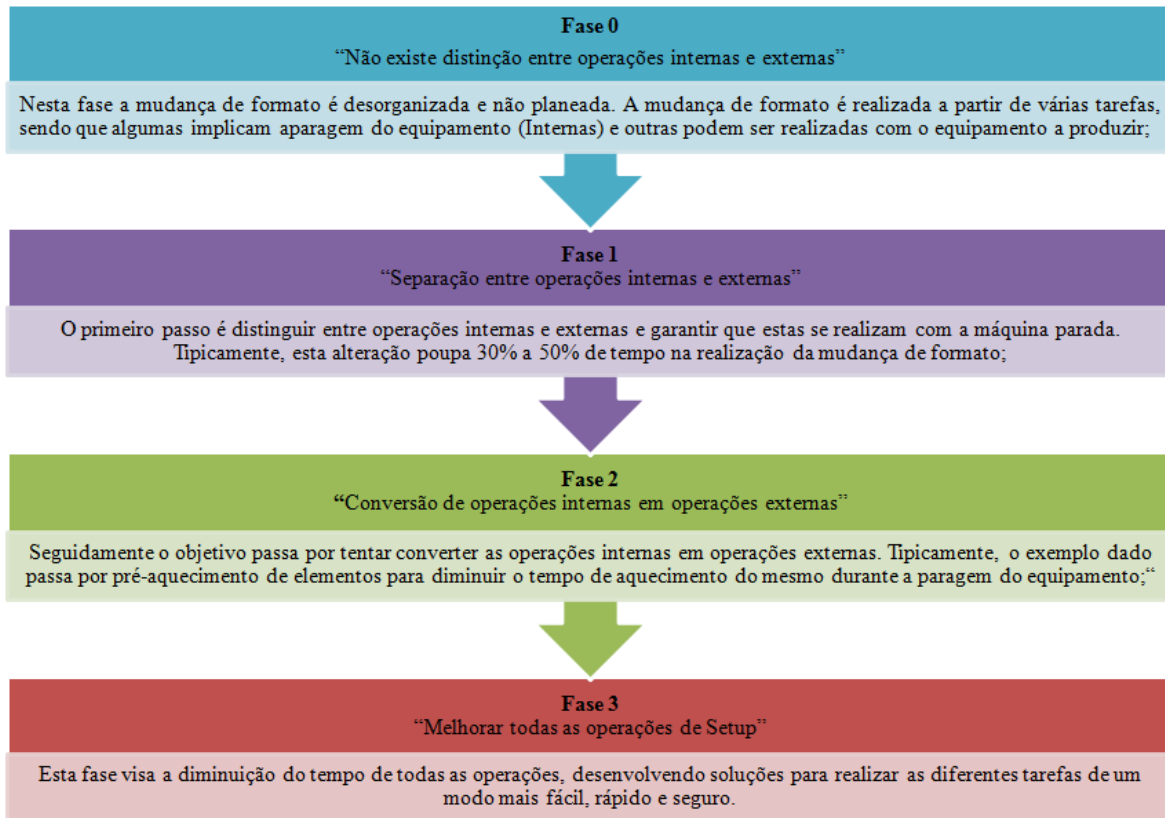


Figura 2 Quatros fases do *SMED*. (Adaptada de Shingo, 1985)

Ao longo do processo de implementação do método, o tempo de imobilização do equipamento em causa vai diminuindo. Como se pode verificar na Figura 3, que representa as diferentes fases do processo.

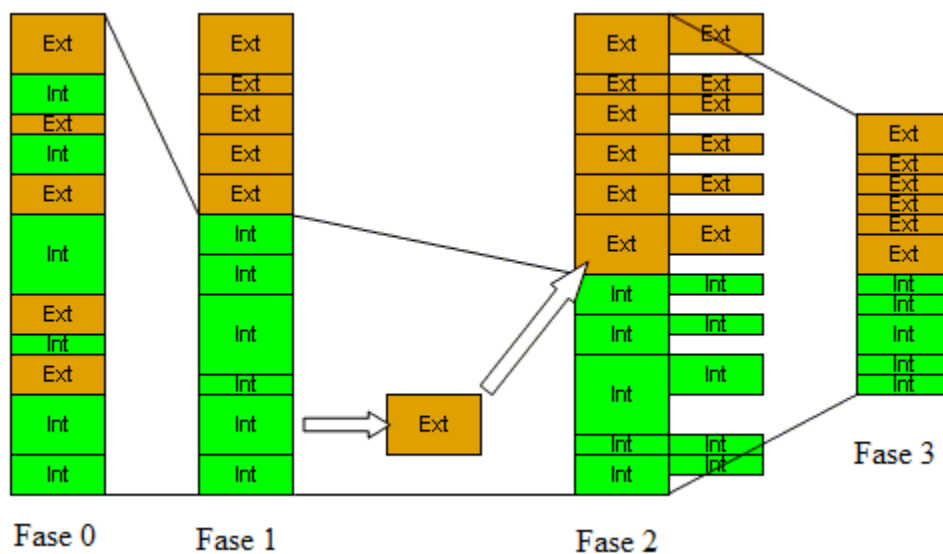


Figura 3 Esquema das várias fases da metodologia *SMED*. (Adaptada de Shingo, 1985)

A implementação do método apresenta algumas dificuldades, como por exemplo, a identificação e classificação das operações. Sendo que, este passo é muito importante na utilização do método, é necessário definir o que se entende por operações internas e externas.

Segundo Shingo (1985) operações externas são todas aquelas que podem ocorrer com o equipamento em funcionamento, como por exemplo mudança de cores; em contrapartida as internas implicam a paragem do mesmo, como por exemplo mudança de ferramenta [12].

O mesmo autor na sua publicação, apresenta um conjunto de etapas a seguir de forma a implementar o método descrito com sucesso. As etapas em causa estão apresentadas na Figura 4[12]:



Figura 4 Etapas a seguir de forma a implementar o *SMED*. (Adaptada de Shingo, 1985)

De forma a se obter bons resultados com a utilização do *SMED* é imprescindível a análise contínua de todo o processo, o que pode implicar a implementação de novas soluções e consequentemente ganhos produtivos.

De forma a ajudar na implementação do método, utiliza-se um conjunto de ferramentas auxiliares que se podem encontrar descritas na Tabela 4 [12]:

Tabela 4 Listagem das várias ferramentas usadas na aplicação do método *SMED*. (Adaptada de Shingo, 1985)

Fases do conceito <i>SMED</i>	Ferramentas auxiliares
Fase 1: Separar operações internas e externas	<p>Uso de <i>Checklist</i>;</p> <p>Definição de funções de cada operário;</p> <p>Melhorar transporte da ferramenta;</p>
Fase 2: Converter operações internas em externas	<p>Preparar as mudanças de formato previamente;</p> <p>Automatização das funções;</p> <p>Uso de diferentes apertos;</p>
Fase 3: Melhorar todos os aspetos de redução do tempo de mudança de formato	<p>Melhorar o armazenamento e transporte das ferramentas;</p> <p>Implementação de operações paralelas;</p> <p>Mecanização;</p>

2.2.3. ANÁLISE CRÍTICA DO MÉTODO

De forma a se criticar, a metodologia *SMED*, em todos os aspetos, teórico e prático, analisou-se a definição atribuída por Shingo (1985), a definição dada por outros autores e as quatro fases do método.

Shingo definiu no seu livro *SMED* como: “[...] abordagem científica para a redução do *Setup*, que pode ser aplicada em qualquer fábrica ou equipamento.” Esta definição leva a questionar dois aspetos, a classificação atribuída ao método e à capacidade de aplicação em qualquer indústria e/ou equipamento [12] [13].

Relativamente à classificação do método, a principal crítica que se pode fazer é quanto ao meio (Industrial) onde foi aplicado, e ainda se os dados obtidos são representativos e devidamente contabilizados [13].

O segundo ponto de análise questiona a real capacidade da metodologia para ser implementada em qualquer fábrica ou equipamento, pelo fato de não ser possível implementar por questões de técnicas, económicas ou organizacionais [13].

Entre outras definições de *SMED* pode se referenciar as que se distinguem no McIntosh et al.[6] [13]:

- “*SMED* é uma metodologia”: constituída por quatro fases que em conjunto formam um fluxograma que possibilitam atingir um objetivo;
- “*SMED* é um conceito”: que tem a finalidade de reduzir o tempo de Setup e que se encontra dividido em diferentes fases, sempre com um objetivo;
- “*SMED* é uma ferramenta de melhoria”: é uma ferramenta de melhoria contínua que abrange o processo, os equipamentos e responsabilidades.

Após a análise de outras definições de *SMED*, avaliou-se a metodologia como um conjunto e por fase [13].

Relativamente ao *SMED* como um conjunto, considera-se uma metodologia consolidada apesar de outros autores adicionarem outras fases de forma a aperfeiçoar a mesma. Alguns exemplos de fases adicionadas à metodologia são: considerar o método nas áreas estratégicas da empresa, o uso de filmagens, o uso de técnicas de controlo visual e associar o método com o desenvolvimento de fornecedores [2] [13].

Na opinião de Shingo (1985) o êxito da redução do tempo de *Setup* está diretamente relacionado com a correta utilização das técnicas dentro da sequência prevista no seu método mas, por vezes, torna-se necessário realizar técnicas paralelamente e/ou reordená-las [13].

Em seguida analisa-se criticamente a fase 1 e 2 em conjunto, pois tem bastantes semelhanças e correlações.

Shingo (1985) preferiu separar as três fases para uma melhor interpretação da metodologia, mas a fase 1 e 2 estão interligadas porque quando se realiza a identificação das atividades em internas e externas, a sua separação e conversão torna-se numa consequência [12] [13].

Segundo Monden (1984) estas duas fases são as mais importantes para a implementação do *SMED*, ou seja, a identificação das ações de preparação internas e conversão para externas são as etapas mais importantes na metodologia *SMED* [8] [13].

Por vezes estas duas fases transformam-se na própria definição do que é a redução do tempo de *Setup*, devido a sua elevada importância e aos elevados ganhos (30% a 50%) que se conseguem obter com a implementação das mesmas [12] [13].

McIntosh (2000), salienta que uma consequência da elevada importância destas duas fases é a não aplicação da fase 3 da metodologia [5] [13].

Embora seja importante a fase 1 e 2, Hall (1983) relembra que as outras melhorias só são possíveis de realizar com a alteração de máquinas e eliminação de ajustes, ou seja, implementação da fase 3 [4] [13].

É de salientar que a conversão de operações internas em externas não diminui o total de tarefas a executar, nem o trabalho para realização das mesmas.

Por último, vamos analisar a fase 3, intitulada por melhoria de todas as operações de *Setup*.

Nas fases anteriores apenas se sucede a separação e transferências de operações, sem redução do tempo total de *Setup* interno mais externo, ou seja, só na fase 3 é que há uma diminuição do tempo total de *Setup* interno mais externo.

Shingo (1985) refere no seu livro dados que dão a mesma importância quer à fase 1 e 2 quer à fase em causa. Os dados apresentados são [12] [13]:

- 50% do tempo de *Setup* deve-se a tempos perdidos com ajustes e verificações;
- A utilização de duas pessoas na execução de um *Setup* pode reduzir o mesmo em 50% ou mais.

As técnicas utilizadas durante a fase 3, apesar de isoladas, podem dar benefícios idênticos aos da fase 1 e 2, o que devia fazer com que lhe fosse atribuída maior importância nas aplicações do método [13].

É durante esta fase que podem surgir as melhorias a realizar com maior relevância na redução dos tempos de *Setup*. E, por isso, alguns autores sugerem que as melhorias relacionadas com equipamentos e dispositivos deveriam ser implementadas antes das fases

1 e 2, pelo fato que o trabalho realizado pode-se tornar ineficaz devido à utilização de ferramentas ou dispositivos impróprios [5] [13].

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.1. A CONTINENTAL AG.

A Continental AG foi fundada em Hanover, Alemanha, em Outubro de 1871. Na sua origem fabricava artefactos de borracha flexível e pneus maciços para carruagens e bicicletas.

Em 1898, iniciou a produção de pneus lisos (sem desenho no piso) para automóveis.

A partir de então, acompanha a evolução operada na indústria automóvel com o estudo e aplicação de técnicas, produtos e equipamento para a melhoria de pneumáticos. O seu prestígio ultrapassa as fronteiras da Alemanha e os pneus Continental passaram a equipar os carros vencedores das diversas competições automóveis.

Em 2007, a Continental adquire a Siemens VDO Automotive AG e posiciona-se onde os cinco maiores fornecedores mundiais da indústria automóvel e ao mesmo tempo desenvolvendo a sua posição na Europa, América do Norte e Ásia.

O grupo Continental é especialista na produção de sistemas de travagem, controlos dinâmicos para viaturas, tecnologias de transmissão de potência, sistemas eletrónicos e

sensores. Em adição às operações ligadas ao sector automóvel, o grupo também produz para o fabrico de maquinaria, indústria mineira, mobiliário e impressão.

A Continental tem cerca de 160 000 colaboradores, estes divididos em seis áreas: Chassis e Segurança, *Powertrain*, Interior, Pneus para Viaturas de Passageiros e Comerciais Ligeiros, Pneus Pesados e *ContiTech*. Atualmente, como se pode evidenciar na Figura 5, o grupo está presente em 45 países e implementado em 194 locais diferentes (Continental AG, 2011).

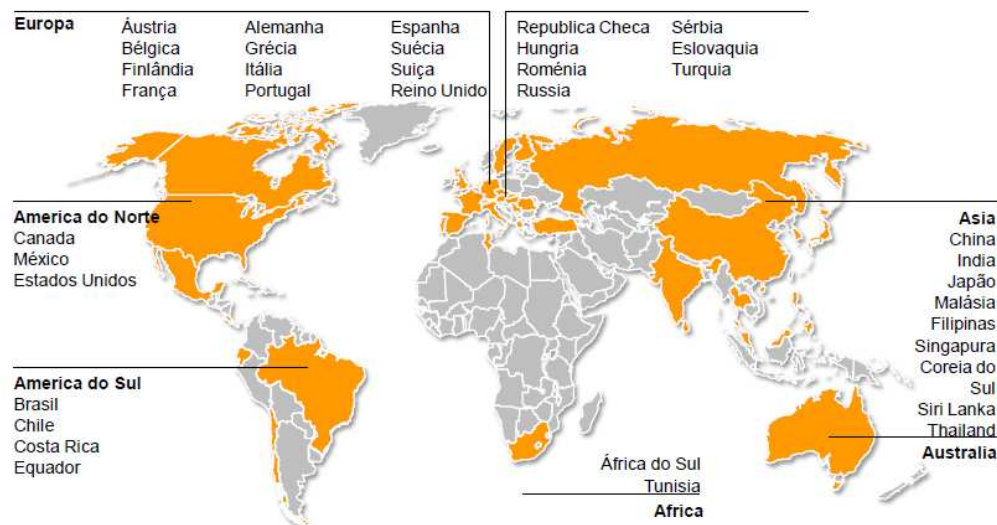


Figura 5 Países onde a Continental AG. está implementada.

3.2. A CONTINENTAL EM PORTUGAL

O grupo Continental em Portugal, é constituído por 5 empresas:

- Continental Mabor, Indústria de Pneus S.A. (CMIP-Figura 6): nasceu em 1989 devido a aquisição da fábrica Mabor - Manufatura Nacional de Borracha, S.A, pelo Grupo Continental A.G.. Encontra-se sediada em Lousado, Vila Nova de Famalicão, onde fabrica pneus para veículos automóveis.



Figura 6 Instalações da Continental Mabor.

- **Continental Pneus (Portugal) S.A. (CPP-Figura 7):** Constituiu-se, em 1992, através da aquisição da totalidade das ações da Scrimex (sociedade que detinha a exclusividade de comercialização dos pneus Continental em Portugal), integrando colaboradores da Scrimex e da Mabor, e assim passou a comercializar produtos das marcas Continental, Mabor, Uniroyal ou General, entre outras. Encontra-se sediada em Lousado juntamente com a Continental Mabor.



Figura 7 Instalações da Continental Pneus.

- **Indústria Têxtil do Ave, S.A. (ITA-Figura 8):** foi fundada em 1950, em Lousado, mas foi adquirida em 1993 pelo Grupo Continental AG., fábrica artigos têxteis para a indústria de borracha de forma a poder abastecer o grupo.



Figura 8 Instalações da Indústria Têxtil do Ave S.A.

- **Continental Lemmerz em Portugal (Figura 9):** Foi criada em 1994, em regime de *joint-venture*, com a finalidade de garantir à fábrica de montagem da AutoEuropa a entrega, a tempo, dos conjuntos pneu-jante. Sendo que 51% do capital da empresa é detido pela Continental Mabor e os restantes 49% pela Shedl. Encontra-se localizada em Palmela de modo a facilitar a entrega dos componentes automóveis ao seu cliente.



Figura 9 Instalações da Continental Lemmerz, Lda.

- **Continental Teves Portugal (Figura 10):** Esta unidade industrial foi fundada em 1998 para fabricar e montar travões para os principais fabricantes de automóveis da Europa. Encontra-se localizada em Palmela e tem uma capacidade de cerca de 3.800.000 travões por ano.



Figura 10 Instalações da Continental Teves Portugal, Lda.

- **ContiSeal (Figura 11):** Esta unidade industrial, fundada em 2007, aplica um produto viscoso e aderente nos pneus produzidos na Continental Mabor, S.A. impedindo a saída de ar pelo orifício provocado pela penetração de algum material estranho. Está localizada em Lousado de forma a facilitar o transporte entre esta e a Continental

Mabor S.A., o seu principal fornecedor. Tem uma capacidade atual de 1.500 pneus diários.



Figura 11 ContiSeal.

3.3. A CONTINENTAL MABOR S.A.

A Continental Mabor S.A. (Figura 12) nasceu em Dezembro de 1989, como resultado da *joint venture* entre a Mabor Manufatura Nacional de Borracha, S.A., - a primeira empresa portuguesa de pneumáticos assistida tecnicamente pela General Tire, a sua associada americana, que fabricava e comercializava pneus e câmaras de ar para veículos automóveis- e a Continental AG., de Hanover a maior produtora de artigos de borracha da Alemanha e o quarto fabricante de pneus do mundo.



Figura 12 Instalações iniciais da Mabor.

Em Julho de 1990, iniciou-se o grande programa de reestruturação que transformou as antigas instalações da Mabor na mais moderna das, então, 21 unidades da Continental AG..

Partindo de uma produção média diária de 5.000 pneus/dia em 1990, foram atingidos os 21.000 pneus/dia em 1996. Atualmente, a Continental Mabor S.A. tem uma capacidade de produção média de 52.000 pneus/dia, onde 98% da produção é para exportação.

Inicialmente a empresa produzia exclusivamente pneus Mabor, mas atualmente dedica-se à produção de pneus para veículos automóveis ligeiros, para *SUVs (Sport Utility Vehicles)* e pneus anti-furo (selados - ContiSeal), em gama variada quer em medidas, quer em tipos, quer em marcas. Ao todo, tem cerca de 800 artigos em produção de 20 diferentes marcas.

Mais de metade da produção anual da Continental Mabor S.A. é destinada ao “mercado de substituição” (M.S), a restante parte é destinada a linhas de montagem (“mercado de origem” - OE) dos mais prestigiados construtores da indústria automóvel.

Atualmente, a Continental Mabor S.A. tem uma superfície total de 236.492 m² e uma superfície coberta total de cerca de 107.848 m². Contando com aproximadamente 1.650 colaboradores, a empresa funciona com 5 turnos – 3 turnos à semana e 2 ao fim-de-semana (com rotatividade semanal entre si) – durante os 7 dias da semana e 24h por dia.

3.4. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA *CONTINENTAL MABOR S.A.*

A Continental Mabor S.A. privilegia uma estrutura com o menor número de interfaces (de modo a que exista uma comunicação rápida e eficiente), e a mais plana possível. Na Figura 13 é possível observar as diferentes Direções existentes na empresa.

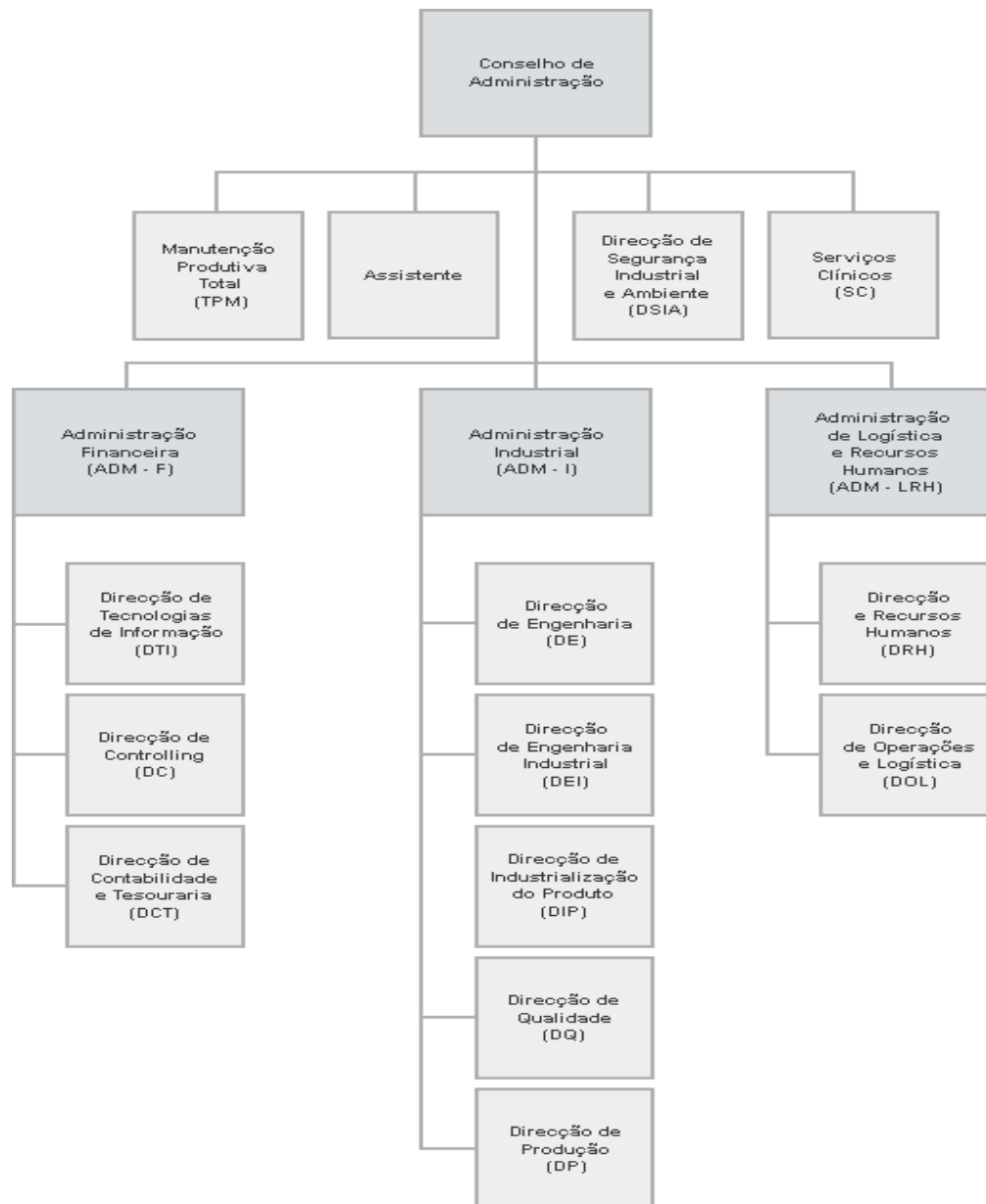


Figura 13 Estrutura da Continental Mabor.

O autor da presente dissertação, trabalha na Direção de Engenharia Industrial na área de extrusão e calandragem.

3.4.1. DIREÇÃO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL

Atualmente, esta direção constituída por 11 colaboradores a tempo inteiro, tem como principais responsabilidades:

- Estudar e calcular os tempos-padrão e elaborar os métodos de trabalho;

- Definir o *Layout* fabril em conjunto com as outras Direções;
- Calcular capacidades dos equipamentos e indicadores fabris;
- Propor sistemas de prémios e fazer o seu cálculo;
- Propor as necessidades de Recursos Humanos da produção, por forma a melhorar, continuamente, a eficiência e produtividade;
- Efetuar estudos sobre os processos produtivos e participar em projetos de melhoria com outras áreas;
- Sistema de sugestões e limpeza fabril.

3.5. **POLÍTICA DA EMPRESA**

A política da Continental Mabor S.A. assenta nos Princípios de Base do Grupo, cujo foco principal é a "**Criação de Riqueza**". Esta é obtida através de programas de melhoria contínua e de uma gestão orientada para um crescimento rentável e sustentado, em que todos são encorajados a participar, no cumprimento da legislação em vigor.

3.6. **VISÃO DA EMPRESA**

A Visão da Empresa consiste em ser LIDER, com o seguinte significado:

*L*ousado eficiente;

*I*nova e antecipa as necessidades dos clientes;

*D*esenvolve produtos de alta tecnologia;

*E*xcelente no conhecimento e nos processos;

*R*entável de forma sustentada;

4. DESCRIÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO

O presente capítulo contém a descrição do produto final (pneu) como fase introdutiva, a descrição do seu processo produtivo e, por fim, a descrição do Piso, componente do pneu obtido através do processo de extrusão.

4.1. **PRODUTO FINAL: PNEU**

Com este subcapítulo pretende-se fazer uma breve descrição das diferentes partes que constituem um pneu de automóvel. Como é possível observar na Figura 14, existem diversos componentes que, no seu todo, constituem um pneu:

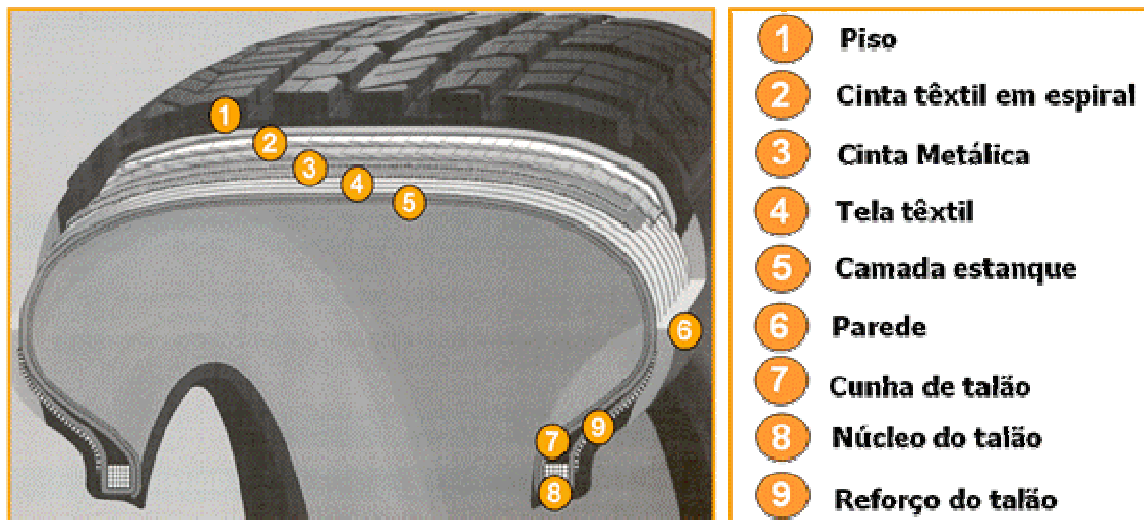
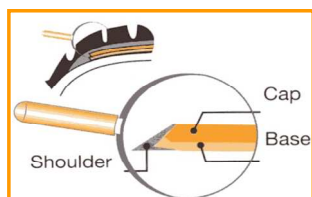


Figura 14 Estrutura de um pneu leveiro.

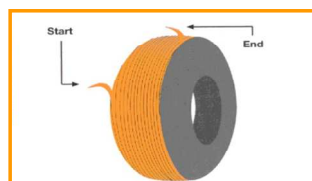
Cada um dos seus componentes tem uma determinada função e constituição, tal como se encontra descrito na Figura 15:

1 Piso



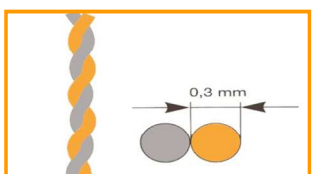
Material: Borracha natural e sintética.
Funções:
Capa - fornece aderência, resistência ao desgaste e estabilidade direccional.
Base - reduz a resistência ao rolamento e protege a carcaça.
Extremo - garante a transição do piso para a parede.

2 Cinta têxtil em espiral



Material: Nylon coberto por camada de borracha.
Funções: Promove a adaptabilidade para altas velocidades e precisão de fabrico.

3 Cinta Metálica



Material: Cordas de aço.
Funções: Retêm a forma e a estabilidade direccional. Reduz a resistência ao rolamento. Aumenta a longevidade do pneu.



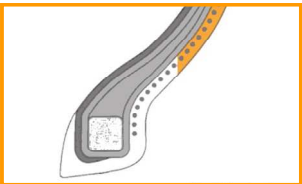

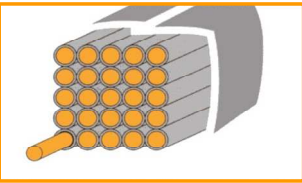
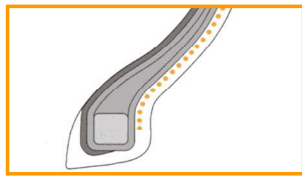
4	Tela têxtil		<p>Material: Poliéster ou rayon coberto de borracha.</p> <p>Funções: Fornece consistência ao pneu e mantém-no sob elevadas pressões internas.</p>
5	Camada estanque		<p>Material: Borracha butil.</p> <p>Funções: Retêm o ar dentro do pneu. Funciona como câmara de ar nos pneus modernos.</p>
6	Parede		<p>Material: À base de borracha natural.</p> <p>Funções: Protege a carcaça contra choques laterais e contra a degradação atmosférica.</p>
7	Cunha de talão		<p>Material: À base de borracha sintética.</p> <p>Funções: Fornece estabilidade direccional, precisão na condução e melhora o conforto.</p>
8	Núcleo do talão		<p>Material: Fio de aço cobreado coberto com borracha.</p> <p>Funções: Assegura que o talão assente com firmeza na jante.</p>
9	Reforço do talão		<p>Material: Nylon coberto por camada de borracha.</p> <p>Funções: Fornece estabilidade direccional, precisão na condução e melhora o conforto.</p>

Figura 15 Função e constituição dos componentes de um pneu ligeiro.

4.2. DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO PRODUTIVO

Como qualquer processo de fabrico de um produto de alta tecnologia, o processo de fabrico dos pneus é um processo complexo e com um elevado número de detalhes ou pormenores que têm que ser tidos em consideração. Com este capítulo não pretendemos descrever exaustivamente o processo produtivo, mas sim dar uma ideia geral das principais fases do processo.

O processo de fabrico da Continental Mabor está dividido em seis fases essenciais, asseguradas por seis departamentos, que constituem grandes etapas para a produção do pneu, como se pode verificar no quadro sinóptico (Figura 16).

De seguida, será descrito em pormenor cada uma das etapas de produção do pneu.

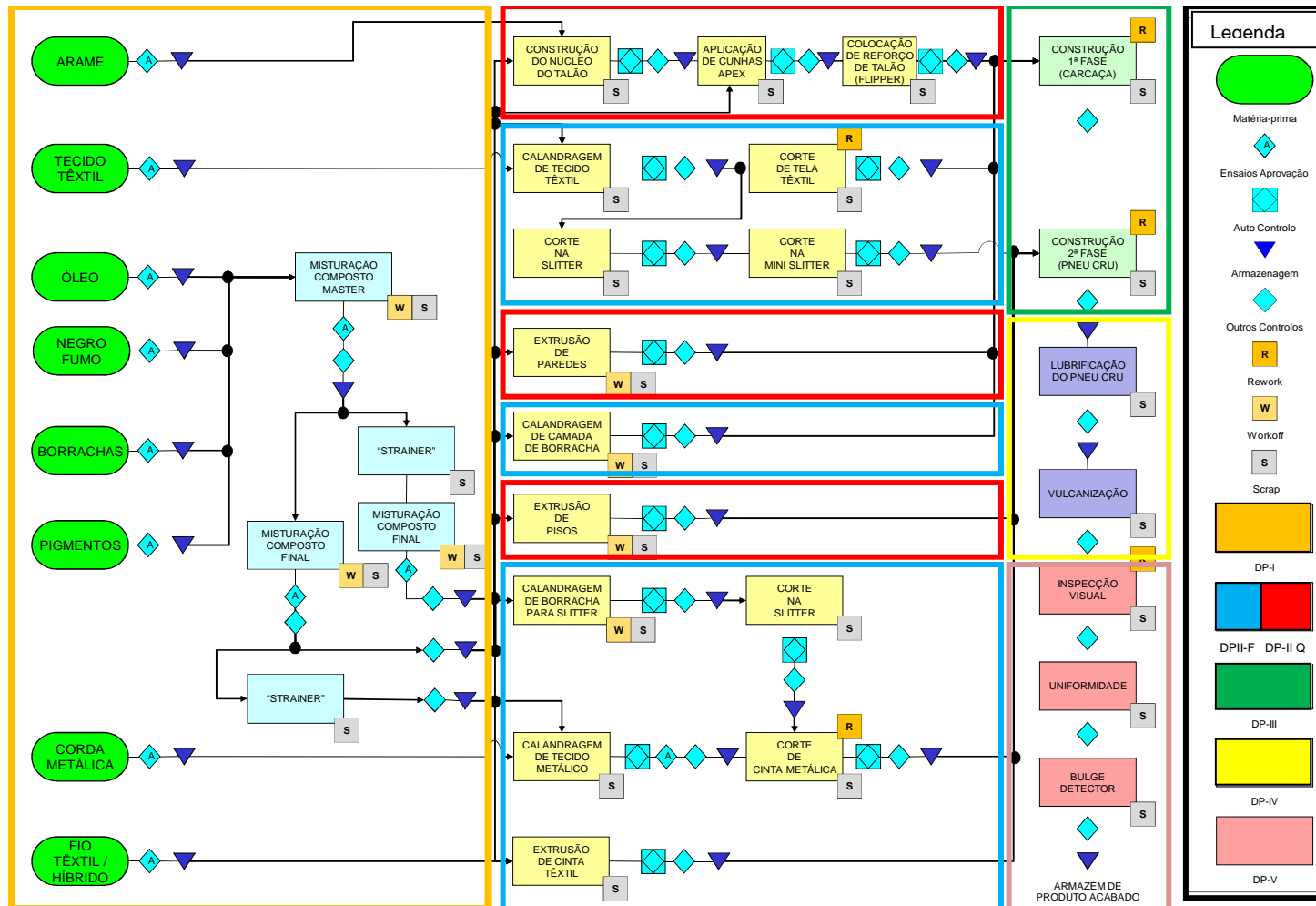


Figura 16 Quadro Sinóptico.

4.2.1. DEPARTAMENTO I – MISTURAÇÃO

Trata-se do início do processo produtivo representado no quadro sinóptico a cor de laranja, onde são misturados todos os compostos (borracha natural, borracha sintética, pigmentos, óleo mineral, sílica, negro de fumo, entre outros) para que, após a passagem pelos *masters* e finais, a borracha possa passar para a fase seguinte. (Figura 17)



Figura 17 **Misturação.**

4.2.2. DEPARTAMENTO II – PREPARAÇÃO QUENTE

Nesta fase são feitos os talões, as cunhas, bem como os pisos e as paredes do pneu apresentado no quadro sinóptico a azul. As CT'S, Apex's e Extrusoras são, respetivamente, as máquinas responsáveis pela preparação destes materiais, que seguem depois em diferentes tipos de carros de transporte para a área de construção (Figura 18)



Figura 18 **Preparação a Quente.**

4.2.3. **DEPARTAMENTO II – PREPARAÇÃO FRIO**

Nesta fase são feitas as telas têxteis e metálicas, os respectivos reforços e a camada interna apresentada no quadro sinóptico a vermelho. As máquinas de corte têxtil e metálico, as Calandras e as *Innerliner* são responsáveis pela preparação destes materiais, que seguem depois em diferentes tipos de carros de transporte para a área de construção (Figura 19).



Figura 19 **Preparação a Frio.**

4.2.4. DEPARTAMENTO III – CONSTRUÇÃO

Todos os produtos fabricados nas etapas anteriores são montados nos chamados módulos de construção (KM-PU), ficando pronto o “pneu em crú” ou “pneu em verde”: uma parte do módulo é utilizada para a construção da carcaça do pneu (KM), e a outra parte, junta à carcaça, os *Breakers* ou telas metálicas, as telas têxteis e o piso (PU). Esta etapa encontra-se representada no quadro sinóptico a verde (Figura 20).



Figura 20 Construção.

4.2.5. DEPARTAMENTO IV – VULCANIZAÇÃO

Os pneus em verde deixam os módulos de construção através de transportadores automáticos (GTC) e quatro em cada doze ou seis em cada vinte são levados às cabines de pintura para serem pintados interiormente. De seguida, todos os pneus são levados em carros para as prensas de vulcanização, onde o pneu é submetido a um ciclo de vulcanização a elevada temperatura e pressão e onde os moldes dão o aspeto final ao pneu. Esta fase encontra-se representada no quadro sinóptico a amarelo (Figura 21).



Figura 21 **Vulcanização.**

4.2.6. **DEPARTAMENTO V – INSPEÇÃO FINAL**

Após vulcanizados os pneus seguem através de transportadores automáticos para a Inspeção Final, onde são feitas as verificações visuais e ensaios necessários para garantir todos os requisitos de qualidade do pneu. Encontra-se representada no quadro sinóptico a cor-de-rosa. Depois desta fase, os pneus seguem para o armazém de produto acabado em paletes metálicas através de um transportador (Figura 22).



Figura 22 **Inspeção Final.**

4.3. **PISO**

Entende-se por piso (Figura 23) uma faixa de borracha constituída por três compostos distintos fortemente unidos ao longo de todo o comprimento, largura e espessura que depois de vulcanizado virá a ser o piso do pneu.



Figura 23 **Piso.**

Esta faixa de borracha obtém-se ao introduzir os três tipos de compostos (base, capa e extremo - *shoulder*) numa extrusora que força a passagem dos mesmos por uma feira (ranhura com a forma desejada), atribuindo-lhe a forma pretendida.

4.3.1. DEFINIÇÃO DA SEQUÊNCIA DE FABRICO

Ordem de produção: Esta é fornecida pelo departamento de controlo de produção, que seleciona o produto que entrará em produção, segundo as prioridades estabelecidas pela mesma.

Matéria-prima: Colocam-se os compostos a utilizar, para o produto em questão, nos respetivos tapetes de alimentação dos silos das extrusoras.

Homogeneização: Aquecer e homogeneizar os compostos de modo a adquirirem um estado plástico, facilitando assim a sua extrusão.

Conformação: Colocar na cassete o conjunto pré-fieira e fieira especificados.

Transporte e arrefecimento: Efetuar os ajustes necessários na velocidade da passadeira para se obterem os valores iniciais de largura e peso/metro especificados e levar a velocidade de extrusão para o valor indicado na especificação.

Armazenamento: Armazenar os pisos em carros de chapa com a base para cima e identificar o carro com uma etiqueta que refere o código, data e quantidade.

4.3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS MEIOS ENVOLVIDOS POR TAREFA

Linha de Extrusão: Na Figura 24 pode-se verificar os vários passos de uma linha de extrusão.

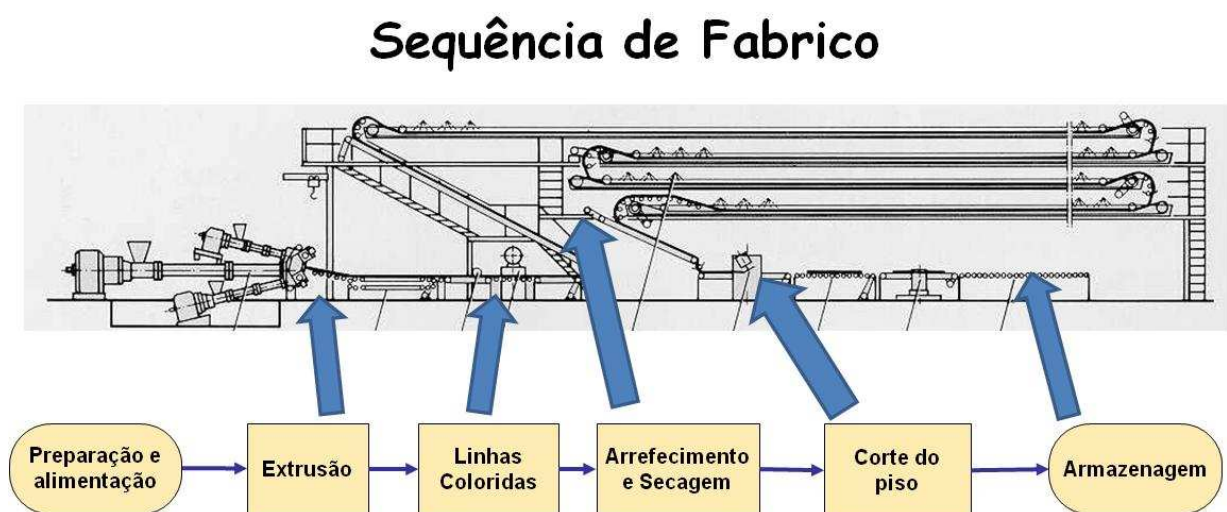


Figura 24 Linha de Extrusão.

Extrusora: É um equipamento utilizado para conferir uma dada forma a um determinado produto. O seu princípio de funcionamento assenta num parafuso sem-fim, que funciona dentro de um cilindro (camisa), obrigando a um conjunto de compostos a passar por uma abertura (fieira), adquirindo assim uma forma. Genericamente os compostos são alimentados através de uma tremonha (abertura de alimentação). Nessa altura, um rolo vai pressionar a folha do composto contra o parafuso para que não se solte, garantindo uma cadência de alimentação constante. O composto, ao entrar em contacto com o parafuso sem-fim, é empurrado contra as paredes no sentido da saída. Existem, no entanto, uns parafusos (pinos) aplicados na camisa de forma a garantir o atrito. A sua extremidade prolonga-se para além da espessura da parede, permitindo que toquem no composto. Esta fricção com as paredes e com os parafusos vai aumentar a temperatura dentro da camisa ajudando à plastificação do composto. Quando chegar à zona do cabeçote (fim dos parafusos e início dos canais), os compostos são guiados até à fieira. Esta será responsável pela forma à saída da extrusora. O processo inclui ainda existência de uma pré-fieira, colocada antes da fieira como o nome o indica. Na Figura 25 pode-se identificar os vários componentes do interior de uma extrusora.

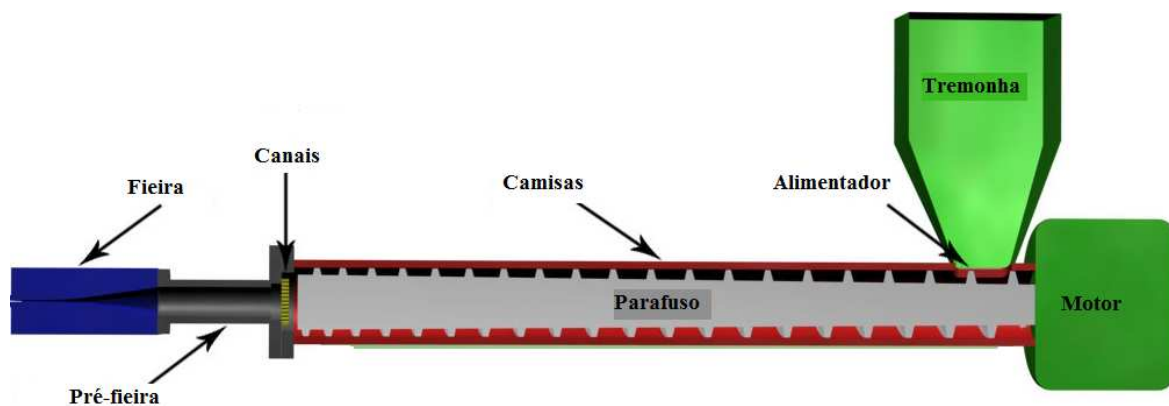


Figura 25 Componentes do interior de uma extrusora.

Alimentação e Preparação: A operação inicia-se com a colocação das extremidades das folhas de borracha nas tremonhas de cada sem-fim, como se pode verificar na Figura 26:



Figura 26 **Tremonha da extrusora e folha de borracha.**

Cada um dos compostos utiliza uma extrusora diferente. A auxiliar existe uma passadeira de alimentação (Figura 27) onde, em simultâneo, passam por um detetor de metais com vista à localização de pequenos objetos metálicos incluídos na borracha que iriam danificar o equipamento.



Figura 27 **Passadeiras de alimentação e detetores de metais.**

Extrusão: A partir desta fase, o sem-fim encarrega-se, não só de transportar o composto até à feira, como também de aquecê-lo e homogeneizá-lo de modo a adquirir um estado plástico, facilitando assim a sua extrusão.

O processo é semelhante para os três compostos que constituem o piso, sendo que, apenas vão entrar em contacto entre si na zona da fieira.

A zona de saída é constituída por uma pré-fieira e uma fieira, que são responsáveis pela forma de piso à saída desta área. As dimensões da abertura da fieira são inferiores ao que se pretende. Isto deve-se ao facto de que a borracha aumenta de volume, quando já não está submetida a pressão.

Na Figura 28 pode-se verificar a extrusão de um piso tal como o cabeçote e fieira.



Figura 28 Cabeçote e fieira com o piso a ser extrudido.

Identificação dos Pisos: Mais à frente, o piso será marcado por código de cores (Figura 29) e letras de baixo-relevo que o identificam.

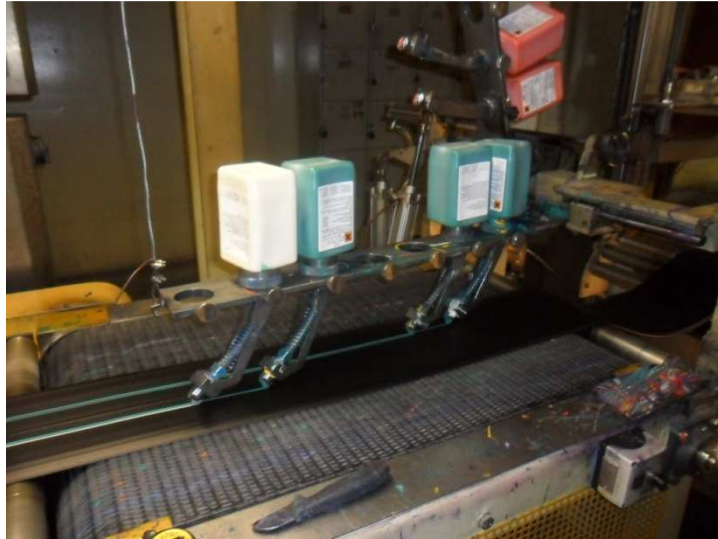


Figura 29 **Identificação dos pisos com linhas coloridas.**

Arrefecimento e Secagem: O piso é então arrefecido em tanques com água e a seco, de modo a adquirir a consistência ideal para as operações futuras. A secagem, que consiste na sopragem de ar (Figura 30), é fundamental para evitar que sigam para a construção pisos com água ou húmidos, o que iria dificultar a adesão aos restantes componentes na construção e provocar a separação no pneu após vulcanização.

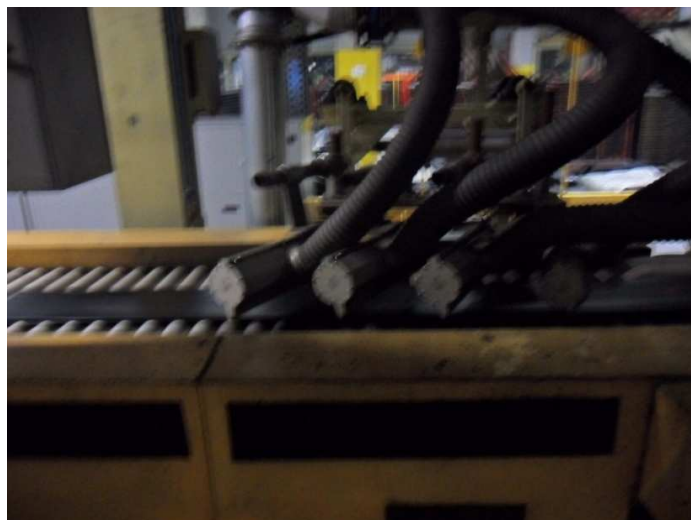


Figura 30 **Sopradores de ar.**

Corte: O corte é constituído por uma lâmina de corte (Figura 31), com refrigeração a água, que confere as dimensões pré-definidas ao piso.



Figura 31 **Lâmina de corte de pisos.**

Controlador de dimensões (peso largura e espessura): Este controlo decorre na passadeira de transporte, no qual o equipamento realiza um controlo automático de modo a averiguar se o peso/metro e largura são os especificados, verificando ainda a existência ou não de partes metálicas em cada uma das unidades produzidas.

Armazenamento automático: Quando os pisos se encontram secos, são colocados, com a base voltada para cima nas prateleiras dos carros de transporte. Este transporte é realizado por um sistema automático de “braços rotativos”, como se pode verificar na Figura 32.



Figura 32 **Equipamento de armazenamento automático.**

5. FORMULAÇÃO DO PLANO DE MELHORIAS

Neste capítulo apresentam-se os dados recolhidos relativamente aos desperdícios da extrusora de pisos nº6 de forma a identificar os mesmos e apresentar propostas de melhoria, para tal recorreu-se a ferramenta de *Lean Manufacturing*.

5.1. ANÁLISE DE POSSÍVEIS DESPERDÍCIOS DA E06

Como foi mencionado no capítulo 2, um desperdício é qualquer atividade que não acrescenta valor para o cliente. Sendo que as atividades em causa podem ou não ser necessárias à produção do produto final. Face a isto analisou-se as atividades necessárias à produção do piso, *Setup*, e as atividades desnecessárias à produção do piso, perturbações.

Uma perturbação é algo que interrompe o normal funcionamento do posto de trabalho, ou seja, é qualquer acontecimento que afetará a sua atividade normal, sendo que este pode ter como consequência a necessidade de paragem ou, por sua vez, se trabalhe mas com algum desperdício.

Relativamente à E06 existem diversos tipos de perturbações, de forma a encontrar os fatores que provocam as mesmas realizou-se um diagrama de *Ishikawa*, Figura 33.

O diagrama de *Ishikawa* é também conhecido pelo diagrama de espinha de peixe (devido ao seu formato), em que a cabeça do peixe representa o problema/objetivo e as escamas os fatores que o influenciam. Para se realizar um diagrama destes é necessário realizar os seguintes passos: [3]

1. Reconhecer o problema cujas causas se pretende identificar;
2. Realizar um *Brainstorming* (discussão em grupo), investigar e determinar as causas que tem influência direta no problema que se pretende resolver;
3. Traçar o esqueleto do diagrama colocando numa das extremidades (cabeça de peixe) o problema em questão. A partir desta extremidade traçar uma linha horizontal, que representa a “espinha do peixe”, de onde deverão irradiar as ramificações com as causas consideradas;
4. Analisar cautelosamente todas as causas encontradas, agrupando-as por categoria ou pelos 5 emes: Métodos, Mão-de-Obra, Material, Máquina e Meio Ambiente;

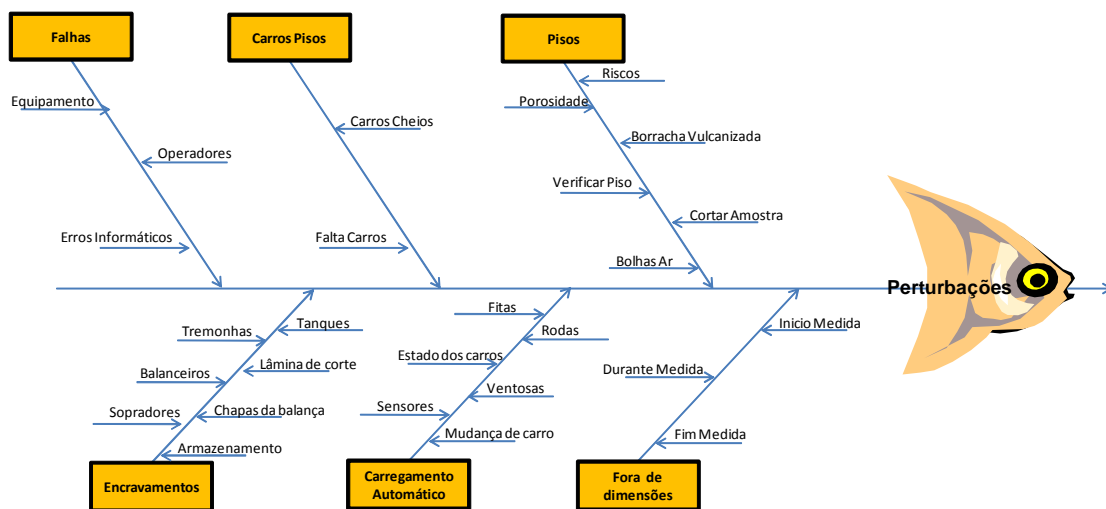


Figura 33 Diagrama *Ishikawa*.

Analisando o Diagrama de *Ishikawa* verifica-se que existem seis itens que provocam perturbações ao sistema, sendo eles:

- **Conformidade do Material (Pisos):** engloba problemas relativos com a qualidade dos pisos, nomeadamente, aparecimento de porosidade, grumos vulcanizados e riscos;
- **Encravamentos:** existem 7 locais onde estes acontecem com maior frequência, são eles: tremonhas, balanceiros, sopradores, lâmina de corte, balança, tanques de arrefecimento e zona de armazenamento;
- **Dimensões do produto:** é controlado automaticamente, sendo rejeitado quando as suas dimensões não estão de acordo com o especificado na receita (peso e largura);
- **Armazenamento (Carros de Pisos):** um carro tem a capacidade máxima de 100 pisos. Quando o operador excede a quantidade de pisos previamente planeada, o excedente é rejeitado. Por outro lado, também neste grupo se deteta falta de meios de armazenamento. As avarias identificadas dividem-se em três grandes tipos, mais especificamente, elétricas, mecânicas e de *software*;
- **Falhas:** Consistem em avarias de equipamento (mecânicas e elétricas), problemas informáticos (*software*) e erros causados pelos operadores;
- **Carregamento automático:** falhas na transferência da linha de extrusão para o carro de pisos.

Relativamente aos tempos de *Setup*, atualmente a empresa, devido ao corrente mercado, necessita de oferecer aos seus clientes uma grande variedade de características do piso dos pneus. Sempre que é necessário alterar alguma característica do produto que está a ser produzido, torna-se imprescindível efetuar o processo de mudança dos equipamentos (*Setup*). Uma vez que esta variedade de produtos é grande, as mudanças de medida ocorrem inúmeras vezes.

Assim sendo, avaliou-se o tempo médio de *Setup* da E06 e o número de vezes que é executado por turno (duração de oito horas).

Os valores de tempo perdido por cada perturbação podem-se apresentar num Diagrama de *Pareto*, ou seja, podem-se representar os tempos perdidos (minutos) num gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências por ordem decrescente. Antes de realizar o diagrama é importante compreender o conceito do mesmo, que refere que um pequeno número de causas é responsável pela maioria dos problemas.

O diagrama de *Pareto* serve para estabelecer prioridades a partir de um número variado de informações ou dados e pode ser utilizado de forma a selecionar alguns problemas como objetivo de trabalho, identificar as causas fundamentais do problema e ainda como comparar o antes e depois de uma ação corretiva. Este realiza-se em quatro etapas: [3]

1. Selecionar a unidade de medidas e os tipos de acontecimentos a serem observados;
2. Selecionar um período de tempo para conduzir a observação,
3. Juntar os dados necessários sobre cada acontecimento;
4. Colocar os dados em ordem decrescente e somá-los;

Seguindo esta teoria realizou-se o Diagrama de *Pareto* para as perturbações e *Setup* da E06, na Figura 34, que está delineada com base na Tabela 14 apresentada no anexo A.

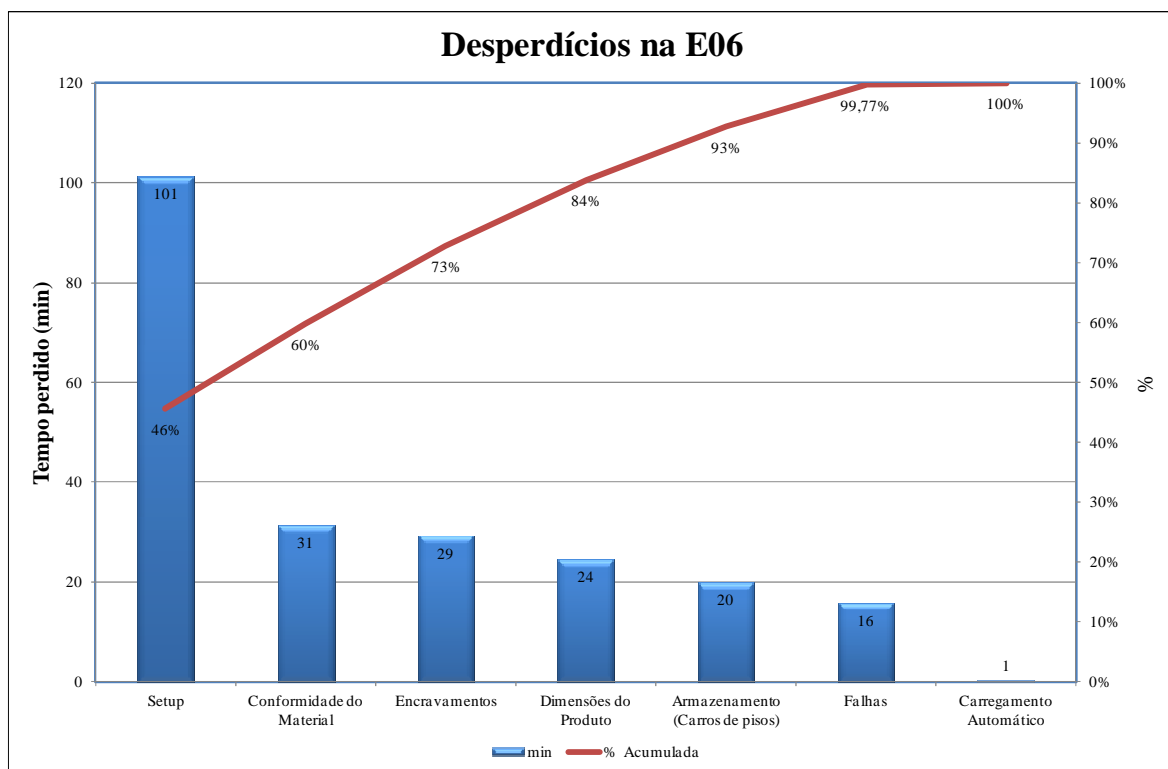


Figura 34 *Pareto*.

Analisando a figura anterior pode-se afirmar que os *Setup* são a principal causa de paragem de máquina, com 101 minutos de tempo perdido por turno. Face a este valor e a importância que os tempos perdidos em *Setup* têm, escolheram-se os mesmos como o ponto a otimizar.

5.2. FORMULAÇÃO DO PLANO DE MELHORIAS COM A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED

Face a análise realizada, apresentaram-se propostas de melhoria no âmbito de redução de tempos perdidos de *Setup* da E06.

Para obtenção e possível apresentação das propostas de melhoria utilizou-se uma ferramenta *Lean Manufacturing* bastante importante, o *SMED*.

Neste projeto utilizou-se esta ferramenta com o intuito de diminuir o tempo mudança, de forma a tornar a linha de produção mais flexível e produtiva.

Como foi referenciado na Revisão Bibliográfica, esta metodologia está dividida em quatro fases e em cada uma delas é necessário utilizar um conjunto de ferramentas de forma a se concluir cada uma delas.

Teve-se a necessidade de identificar e definir todos os tipos de *Setup* da E06 (Figura 35), de forma a encontrar aquele que apresenta maior tempo de paragem de máquina. Calculou-se ainda a frequência e o tempo médio dos mesmos, para se poder delinear o ponto de partida e objetivo final para o *Setup* escolhido.

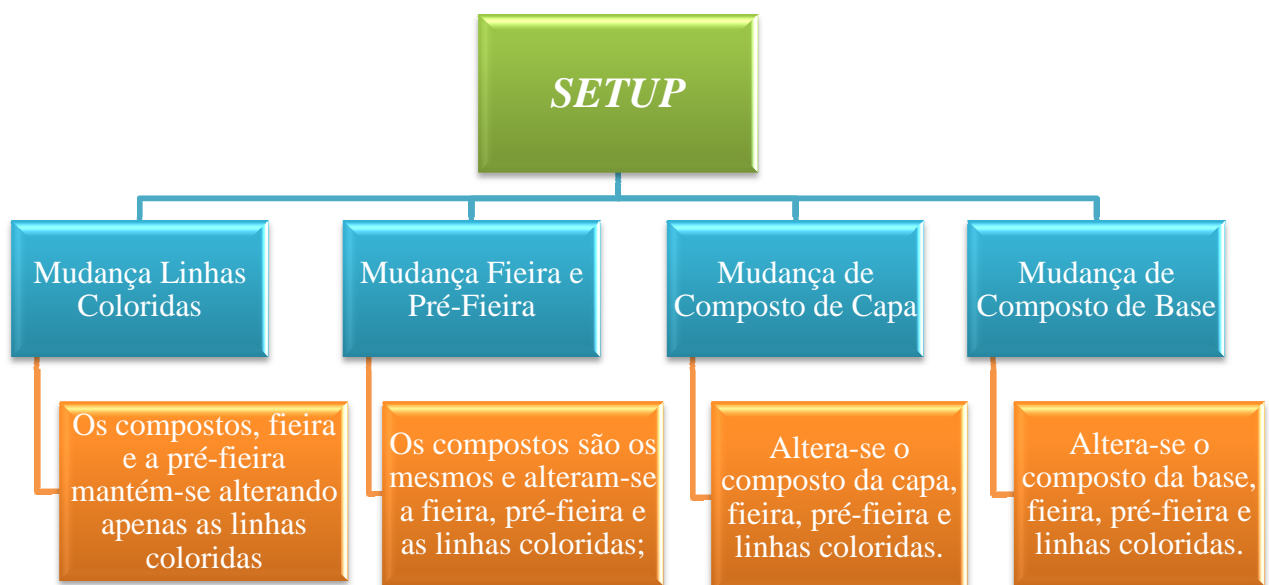


Figura 35 Identificação e definição de todos os tipos de *Setup* da E06.

De forma a verificar qual dos *Setup* tem maior prioridade e qual o objetivo de redução do mesmo, identificou-se a frequência, calculou-se o tempo médio, o tempo total e a variação de cada *Setup* identificado anteriormente.

Na Tabela 5 pode-se identificar a frequência, o tempo médio e a variação de cada *Setup* obtidos após a observação e cronometragem dos *Setup* da E06, que estão apresentados no do anexo B. Verifica-se que a mudança de fieira e pré-fieira têm uma maior frequência, a mudança de composto da base tem maior tempo médio e a mudança de composto de capa tem maior variação.

Tabela 5 **Frequência, tempo médio e variação de todos os tipos de Setup.**

Setup	Frequência (Por turno)	Temp. Médio (min)	Variação
Mudança Fieira e Pré-Fieira	9	4,51	5,37
Mudança Composto da Capa	5	5,04	7,28
Mudança Composto da Base	2	17,50	5,00
Mudança Linhas Coloridas	1	0,50	0,20

Com base nos dados obtidos anteriormente foi possível obter o tempo total, tempo médio vezes a frequência por turno que se tem em cada tipo de *Setup*, Figura 36. E, assim escolher qual o tipo de *Setup* a melhorar com a aplicação da metodologia em causa.

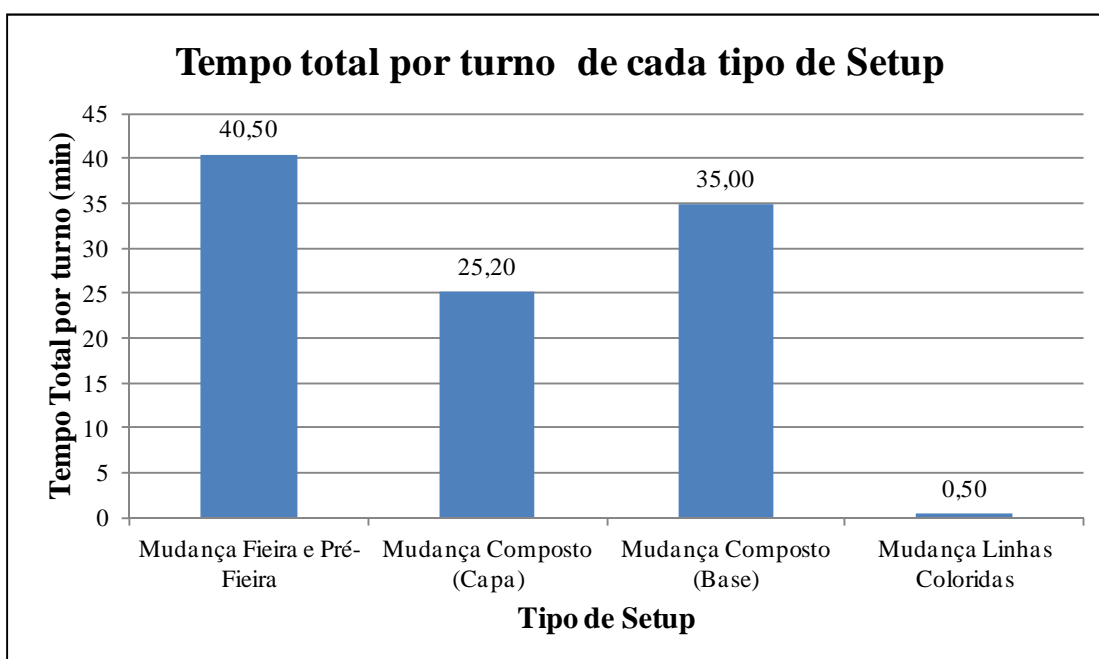


Figura 36 **Tempo total por turno em cada tipo de Setup.**

Observando a figura anterior podemos verificar que o *Setup* que tem maior tempo total perdido por turno é a mudança de fieira e pré-fieira, ou seja, o nosso ponto de partida para a aplicação do *SMED*.

Sabendo qual o *Setup* a melhorar faltou definir qual o objetivo que se iria ter para o mesmo, ou seja, qual o valor para o qual iremos tentar reduzir o *Setup*. Para tal, representou-se graficamente o tempo médio e a variação de todos os *Setup*, Figura 37.

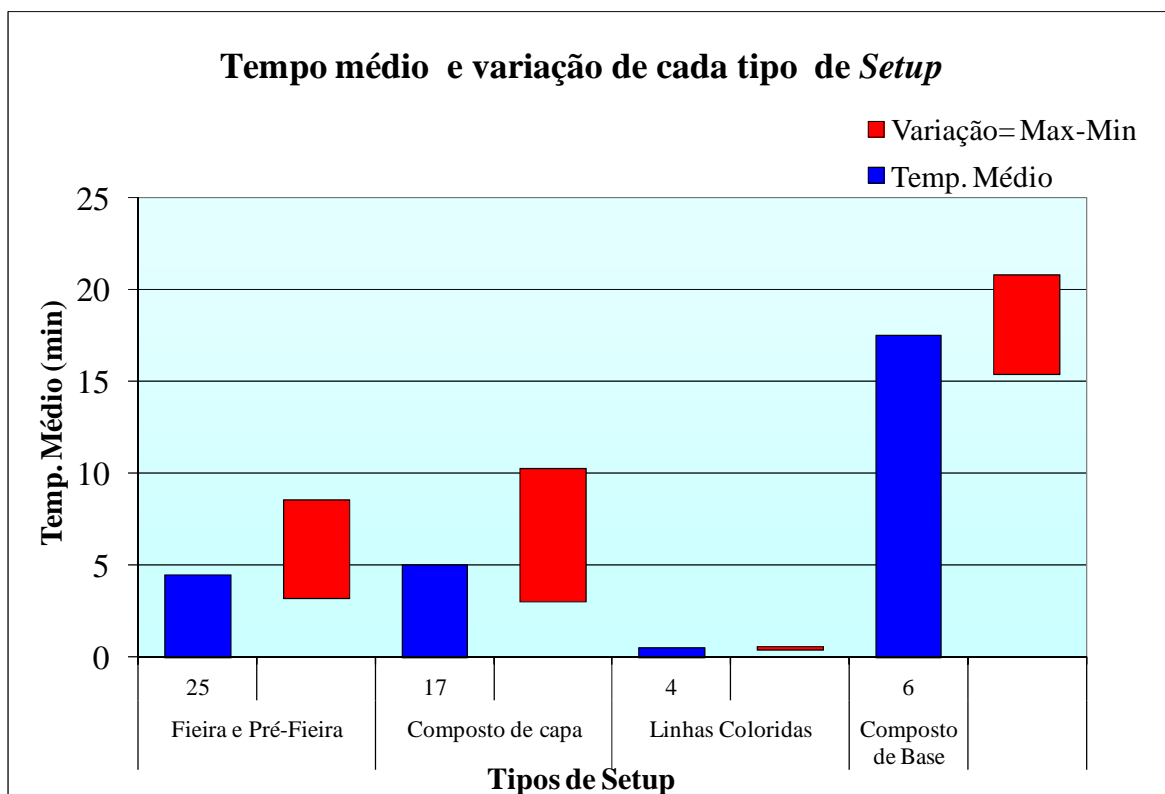


Figura 37 Tempo médio e variação de cada tipo de *Setup*.

Sabendo a média da mudança de fieira e pré-fieira, 4,51 minutos, e o tempo mínimo, 3,18 minutos (Tabela 6), definimos que o objetivo do trabalho seria reduzir o tempo médio para o tempo mínimo, ou seja, 3,18 minutos para mudar uma fieira e pré-fieira que corresponderá a um ganho de 31%, sendo este objetivo realista uma vez que a nível técnico e tecnológico não apresenta qualquer obstáculo.

Tabela 6 Tempo médio, mínimo, máximo e variação.

	Tipos de Setup			
	Fieira e Pré-Fieira	Composto de capa	Linhas Coloridas	Composto de Base
Nº de Setup's	25	17	10	10
Temp. Médio	4,51	5,04	0,50	17,55
Min	3,18	3,02	0,40	15,40
Max	8,55	10,30	0,60	20,80
Variação= Max-Min	5,37	7,28	0,20	5,40

Após se ter encontrado o tipo de *Setup* a melhorar e o objetivo, iniciou-se a aplicação das quatro fases da metodologia *SMED*.

O primeiro passo a realizar é a Fase 0, que consiste em observar o procedimento utilizado. Para tal filmou-se o método atual e transformou-se os dados obtidos num diagrama Homem-Máquina, a nível de tempos de mudança e num diagrama *Spaghetti* a nível de percursos seguidos pelo operador.

O diagrama Homem-Máquina é um diagrama de *Gantt* que mostra graficamente as fases de uma operação e os tempos de duração, de forma a se poder analisar a sequência das operações homem-máquina de um ciclo de Produção/*Setup*.

Observando o diagrama Homem-Máquina do *Setup* de mudança de fieira e pré-fieira (Figura 50, anexo B) verifica-se que o processo atual demora cerca de 301 segundos e que o operador percorre cerca de 70,5 metros para realizar esta mudança.

O percurso percorrido pelo operador numa mudança de fieira e pré-fieira, 70,5 metros, representou-se num diagrama de *Spaghetti* também conhecido por *Travel Chart*. Este diagrama é um instrumento gráfico que descreve sobre um mapa, todos os locais de trabalho, todos os percursos seguidos pelo operador, enquanto este realiza as atividades da operação. O principal objetivo deste diagrama é obter uma visão imediata dos desperdícios nos percursos, ou seja, os pontos onde se verificam cruzamentos de fluxos ou uma não racionalização das máquinas e/ou instrumentos. O modo de realização é simples, basta ter um desenho do *layout* do sector/ posto de trabalho e definindo-se sobre o desenho o percurso do material/homem através de uma linha. O diagrama de *Spaghetti* de mudança de fieira e pré-fieira encontra-se representado na Figura 38.

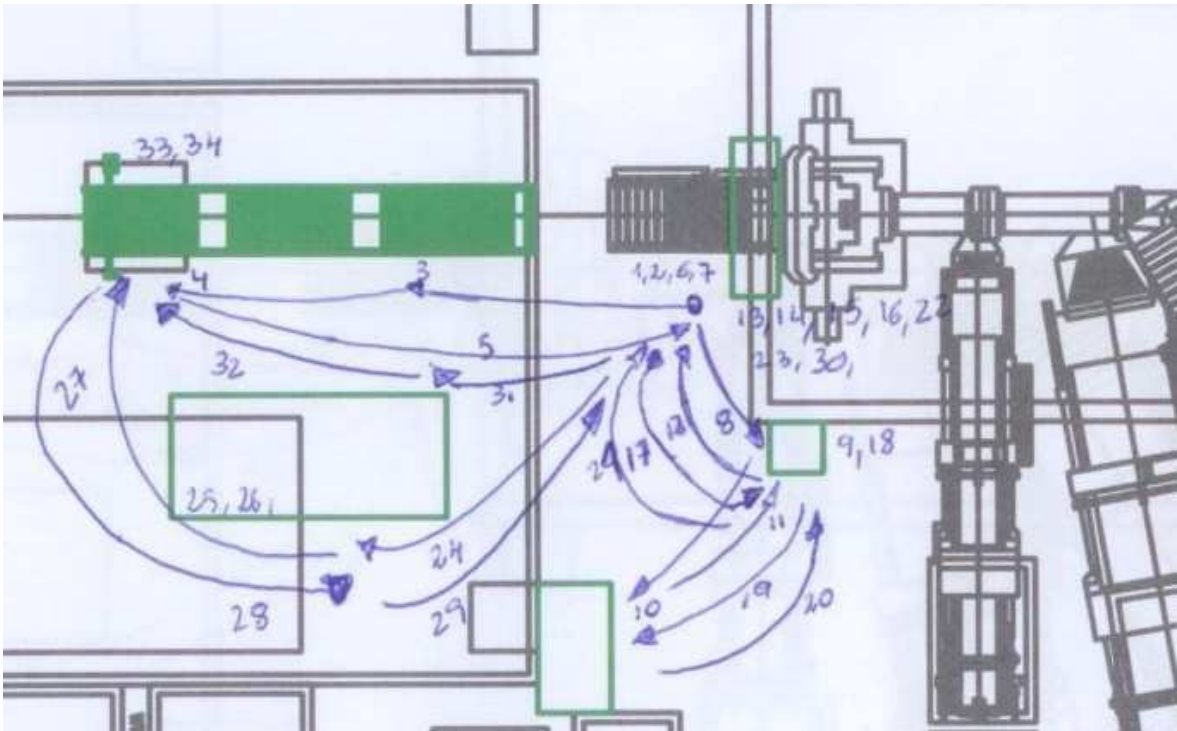


Figura 38 Diagrama de Spaghetti.

Como podemos verificar no diagrama de *Spaghetti* e de acordo com o diagrama Homem-Máquina, existem 34 atividades numa mudança de feira e pré-feira.

O tempo de mudança total pode ser subdividido em tempos por macro-atividades, como se pode verificar na Figura 39.

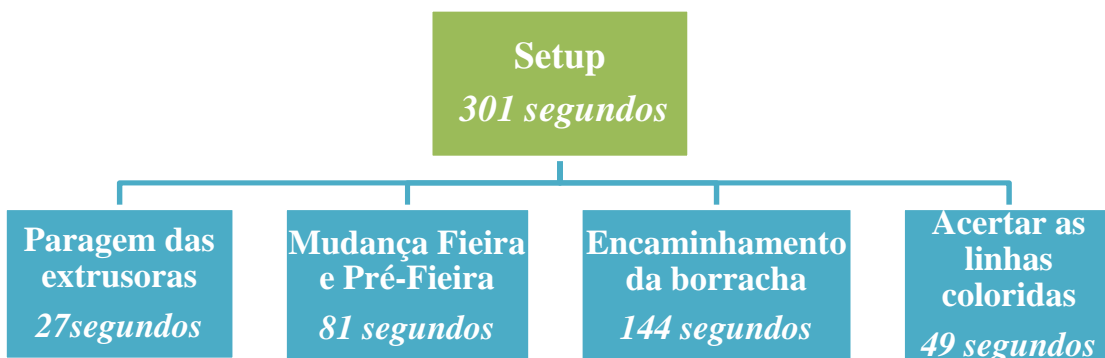


Figura 39 Tempo de cada macro-atividade.

A macro-atividade que tem um maior tempo perdido é o encaminhamento da borracha (cerca de 144 segundos), e a que tem menor tempo perdido é a paragem da extrusora (27 segundos).

Devido à elevada complexidade na análise dos tempos, dos movimentos e das características dos elementos tornou-se necessário classificar as várias atividades conforme o seu valor, Valor Acrescentado (VA) ou Sem Valor Acrescentado (SVA). Na Tabela 7 apresentam-se as atividades do processo de mudança de feira e pré-feira classificadas quanto ao seu valor.

Tabela 7 Classificação das atividades em VA e SVA.

Nº	Macro-Atividades	Atividades	Montagem/desmontagem	Movimentação	Espera	Regulação/Afinação	Controlo	Preparação	VA	SVA
1	Paragem das Extrusoras	Cortar a borracha						X		X
2		Pousar a faca		X						X
3		Dobrar a ponta do último piso (3x-1x)					X			X
4		Levantar dispositivo de tintas					X			X
5		Deslocação à cabeça da extrusora			X					X
6		Abrir as cunhas		X						X
7		Retirar feira da cassette		X						X
8	Mudança feira e pré-feira	Deslocação à mesa de ferramentas		X						X
9		Pegar a espátula e limpar feira		X						X
10		Deslocação / colocação da feira no armário			X					X
11		Deslocação à mesa de ferramentas (Espátula)			X					X
12		Deslocação à cabeça			X					X
13		Pegar gancho e destravar a assete		X						X
14		Puxar a cassette		X						X
15		Retirar excesso de borracha na cabeça		X						X
16		Retirar pré-feira		X						
17		Deslocação à mesa de ferramentas			X					X
18		Limpar pré-feira						X		X
19		Deslocar/colocar pré-feira no armário			X					X
20		Deslocar-se à mesa de ferramentas e pegar no conjunto feira e pré feira			X					X
21		Deslocar-se à cabeça da extrusora			X					X
22		Colocar feira e pré-feira na cassette		X						X
23		Descer as cunhas					X			X
24	Encaminhamento borracha	Deslocação ao painel de comandos		X						X
25		Mudar a receita					X			X
26		Alterar valores no computador do RMEA					X		X	
27		Mudar frascos de linhas coloridas					X		X	
28		Iniciar as extrusoras					X		X	
29		Deslocação à cabeça da extrusora			X					X
30		Puxar a ponta da borracha para a passadeira			X					X
31		Manusear a ponta da borracha (3x dobras)					X			X
32	Encaminhamento do material e descer suporte das linhas coloridas						X		X	
33	Acertar linhas coloridas	Deslocação à zona das linhas coloridas		X						X
34		Afinar posição das linhas coloridas				X			X	

Pode-se verificar que das 34 atividades existentes apenas 6 tem valor acrescentado. Esta análise será utilizada aquando da melhoria das atividades com valor acrescentado, e da análise de possibilidade de eliminação ou transferência para atividades externas das sem valor acrescentado.

Com esta classificação de atividade finaliza-se a Fase 0 e pode-se iniciar a Fase 1 do *SMED*, sempre com base nos dados obtidos nas etapas anteriores.

A Fase 1 consiste em separar as atividades em internas e externas. Para isso tornou-se necessário classificar todas as atividades da mudança em causa (Tabela 8). Observando esta verifica-se que todas as atividade da mudança são internas.

Tabela 8 Classificação em operações internas e externas.

Nº	Macro-Atividades	Atividades	Operador		Operação		Distância (m)	Tempo (seg)
			A		Int	Ext.		
1	Paragem das extrusoras	Cortar a borracha	X		X		0	3
2		Pousar a faca	X		X		0	1
3		Dobrar a ponta do último piso (3x-1x)	X		X		4	7
4		Levantar dispositivo de tintas	X		X		1	3
5		Deslocação à cabeça da extrusora	X		X		7	4
6		Abrir as cunhas	X		X		0	7
7		Retirar feira da cassette	X		X		0	2
8	Mudança feira e pré-feira	Deslocação à mesa de ferramentas	X		X		7	3
9		Pegar a espátula e limpar feira	X		X		0	4
10		Deslocação / colocação da feira no armário	X		X		3	3
11		Deslocação à mesa de ferramentas (Espátula)	X		X		2	2
12		Deslocação à cabeça	X		X		5	4
13		Pegar gancho e destravar a Cassete	X		X		0	2
14		Puxar a cassette	X		X		0	3
15		Retirar excesso de borracha na cabeça	X		X		0	9
16		Retirar pré-feira	X		X		0	9
17		Deslocação à mesa de ferramentas	X		X		2	2
18		Limpar pré-feira	X		X		0	11
19		Deslocar/colocar pré-feira no armário	X		X		3	3
20		Deslocar-se à mesa de ferramentas e pegar no conjunto feira e pré feira	X		X		3	5
21		Deslocar-se à cabeça da extrusora	X		X		2	3
22		Colocar feira e pré-feira na cassette	X		X		0	10
23		Descer as cunhas	X		X		0	8
24	Encaminhamento borracha	Deslocação ao painel de comandos	X		X		5	3
25		Mudar a receita	X		X		0	19
26		Alterar valores no computador do RMEA	X		X		0	6
27		Mudar frascos de linhas coloridas	X		X		6	22
28		Iniciar as extrusoras	X		X		0	21
29		Deslocação à cabeça da extrusora	X		X		5	3
30		Puxar a ponta da borracha para a passadeira	X		X		2,5	22
31		Manusear a ponta da borracha (3x dobras)	X		X		0	13
32		Encaminhamento do material e descer suporte das linhas coloridas	X		X		10	35
33	Acertar as linhas coloridas	Deslocação à zona das linhas coloridas	X		X		3	3
34		Afinar posição das linhas coloridas	X		X		0	46
Total							70,5	301

De seguida foram identificadas e reorganizadas as atividades inúteis que representassem tempos mortos dos operadores, utilizando técnicas para a análise dos métodos de trabalho como *5W+1H* e *E.C.R.S.*, que incluem o uso de *Checklist*, definição de funções de cada operador e melhorar o transporte de ferramentas como indica na Tabela 4.

Entende-se por *5W+1H* uma ferramenta de análise que serve para identificar as atividades potenciais de recuperação da produtividade através de ações de melhoria organizativa e metodológica. Esta expressão deriva da primeira letra das palavras usadas para descrever a metodologia: *What, Why, Who, Where, When e How*. Esta ferramenta aplica-se durante a

fase de simplificação do trabalho e na definição dos padrões operativos e, de igual forma, antes e aquando as análises E.C.R.S..

Para aplicar esta ferramenta tem que se dividir o ciclo de trabalho em várias fases elementares. Como este procedimento já havia sido realizado na fase anterior, apenas se identificou quais as atividades que tinham potencial para ser realizadas externamente.

As atividades identificadas foram as seguintes: pegar a espátula e limpar fieira, deslocação/colocação da fieira no armário, deslocação à cabeça, limpar Pré-Fieira, deslocar/colocar pré-fieira no armário, mudar frascos de linhas coloridas e deslocação à zona das linhas coloridas. Estas atividades foram definidas com a técnica *5W+1H* e analisadas com as cinco perguntas da simplificação do trabalho, como se pode verificar na Tabela 9.

Tabela 9 5W+1H para as atividades críticas da Fase 1.

Nº	What Descrição da Atividade	Situação Atual							
		Why Porquê	Who? Quem	Where? Onde	When? Quando	How? Como	Distância (m)	Tempo (seg)	Problema <i>(Justificação para o tempo e distância percorrida)</i>
9	Pegar a espátula e limpar feira	Antes de guardar têm de se limpar, porque a borracha vulcaniza e depois é mais difícil de limpar	Operador	Mesa de ferramentas	Sempre que se realiza um setup	Manualmente	0	4	Limpar feira durante o setup
10	Deslocação/colocação da feira no armário	Necessita de recolocar a ferramentas	Operador	Mesa de ferramentas	Sempre que se realiza um setup	Manualmente	7	3	Arrumar feira depois de terminar Setup
12	Deslocação à cabeça	Necessita de retirar pré-feira	Operador	Cabeça da extrusora	Sempre que se realiza um setup	Manualmente	5	4	Deslocação desnecessária
18	Limpar pré-feira	Antes de guardar têm de se limpar, porque a borracha vulcaniza e depois é mais difícil de limpar	Operador	Mesa de ferramentas	Sempre que se realiza um setup	Manualmente	0	11	Limpar pré-feira durante o setup
19	Deslocar/colocar pré-feira no armário	Necessita de recolocar a ferramentas	Operador	Armário de feira	Sempre que se realiza um setup	Manualmente	3	3	Deslocação desnecessária
27	Mudar frascos de linhas coloridas	A medida seguinte tem cores de identificação diferentes	Operador	Suporte de tintas	Fim do Setup	Manualmente	6	22	Não colocação dos novos frascos de tinta em pré-setup
33	Deslocação à zona das linhas coloridas	Para baixar o suporte das tintas	Operador	Suporte de tintas	Finalizar o setup	Manualmente	3	3	Necessidade de trocar os frascos das tintas

Com o *5W+1H* determinou-se os problemas, tornando-se necessário realizar o E.C.R.S. para encontrar as soluções de melhoria. Entende-se por E.C.R.S. como um instrumento para otimizar os ciclos de trabalho, as operações cíclicas e os tempos de *Setup*, e por norma é sempre utilizado após uma análise *5W+1H*. A expressão deriva da primeira letra das palavras usadas para descrever as metodologias: eliminar, combinar, reorganizar/reduzir e simplificar.

A aplicação do E.C.R.S (Tabela 10) resultou na criação de uma *Checklist* e de uma mesa de limpeza para eliminar ou reduzir o tempo perdido nas atividades em causa. A *Checklist* elaborada, apresenta-se na Figura 40, e reduz os tempos ao reorganizar e combinar atividades. A mesa de limpeza é contemplada com um caixote na zona inferior, de forma a que os resíduos de borracha da corrida anterior fiquem armazenados (Figura 41), permitindo eliminar e combinar atividades.

Tabela 10 E.C.R.S. para as atividades críticas da Fase 1

Nº	Descrição da Atividade	Melhorias					Ideia de Melhoria
		Problema	Eliminar	Combinar/ Mudar	Reorganizar / Reduzir	Simplificar	
9	Pegar a espátula e limpar feira	Limpar feira durante o setup		x			Formação aos operadores (operação externa) + CheckList
10	Deslocação/colocação da feira no armário	Arrumar feira depois de terminar Setup		x			Formação aos operadores (operação externa) + CheckList
12	Limpar pré-feira	Deslocação desnecessária	x				Colocar uma mesa de suporte ao setup junto à cabeça da extrusora + 5's
18	Mudar frascos de linhas coloridas	Limpar pré-feira durante o setup		x			Formação aos operadores (operação externa) + 5's
19	Deslocação à zona das linhas coloridas	Deslocação desnecessária		x			Formação aos operadores (operação externa) + CheckList
27	Mudar frascos de linhas coloridas	Não colocação dos novos frascos de tinta em pré-setup		x			Formação aos operadores (Realizar operação em Pré-setup)
33	Deslocação à zona das linhas coloridas	Necessidade de trocar os frascos das tintas			x		Formação aos operadores (operação externa) + CheckList

CHECKLIST DE PREPARAÇÃO SETUP de Feira da E06

Operador	Data	Turno	Piso de Saída N°
Hora de Início (setup)	Hora de Fim (setup)		Piso de Entrada N°

Nota: O preenchimento deste checklist **tem de ocorrer** antes da finalização da produção da referência em curso.

Tarefas Externas a ocorrer ANTES da ocorrência do SETUP	Ok	Nok
1) Está disponível e limpa a pré-feira e fiera para a corrida seguinte ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Existe carro disponível para os novos pisos ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) A pré-feira e fiera estão limpas ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Junto à extrusora temos faca, espátula e chave?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Os frascos de linhas coloridas já estão colocados no suporte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Temos composto junto à extrusora?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Existe composto suficiente para a próxima corrida?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) No sistema já se encontra o próxima receita?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) A receita do sistema já foi comparada com a receita especificada em papel?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANOMALIAS e/ou OBSERVAÇÕES

Função	Nome	Data	Assinatura

Figura 40 *Checklist.*



Figura 41 **Mesa de limpeza de fieiras e pré-fieiras.**

Após esta análise verificou-se que estas sete atividades poderiam passar de atividades internas a externas e assim reduzir-se o tempo de *Setup* em 17%, ou seja, passou-se de um tempo total de 301 segundos para 251 segundos, tal como se pode verificar no diagrama Homem-Máquina (Figura 51, anexo C) reanalisado após o *5W+1H* e o E.C.R.S..

Na Fase 2 realizou-se de novo um *5W+1H* e um E.C.R.S. para outras cinco atividades, tais como: deslocação à mesa de ferramentas duas vezes, deslocação à mesa de ferramentas (Espátula), deslocação à mesa de ferramentas e pegar conjunto fieira e pré fieira e deslocação à cabeça da extrusora. Esta fase consiste em converter operações internas em externas, em que as ferramentas auxiliares podem consistir em preparar previamente mudanças de formato, automatizar funções e uso de diferentes apertos.

O *5W+1H* da Fase 2 está representado na Tabela 15 e o E.C.R.S. respetivo na Tabela 16, no Anexo D. Analisando o E.C.R.S verificamos que o intuito é eliminar as atividades em causa com a colocação de uma mesa junto à cabeça da extrusora com as ferramentas. Esta mesa vai conter ferramentas uniformizadas, com locais organizados e marcados para cada uma delas devido a aplicação da técnica de 5S.

A filosofia 5S, tem origem japonesa e significa: *Seiri* (classificar), *Seiton* (organizar), *Seiso* (Limpar), *Seiketsu* (Standardizar) e *Shitsuke* (respeitar). Que tem como objetivo eliminar

os desperdícios, com a colocação de tudo no seu lugar e com a limpeza do local de trabalho.

Na Figura 42 pode-se ver as ferramentas atuais colocadas ao acaso na bancada e na Figura 43 a mesa proposta pela implementação da filosofia 5S. A implementação desta filosofia implicou organizar e *standardizar* as ferramentas de trabalho dos operadores. É importante salientar que a frente da mesa tem um sítio inclinado com o objetivo de colocar o conjunto de fieira e pré-fieira que vão ser usadas. A inclinação proposta tem o intuito de facilitar a forma de pegar no conjunto. No topo da mesa encontra-se marcado o local para o conjunto de ferramentas *standard* que inclui mais um alicate e outra faca que as ferramentas utilizadas durante o *Setup*.



Figura 42 Ferramentas atuais.

Mesa ferramentas

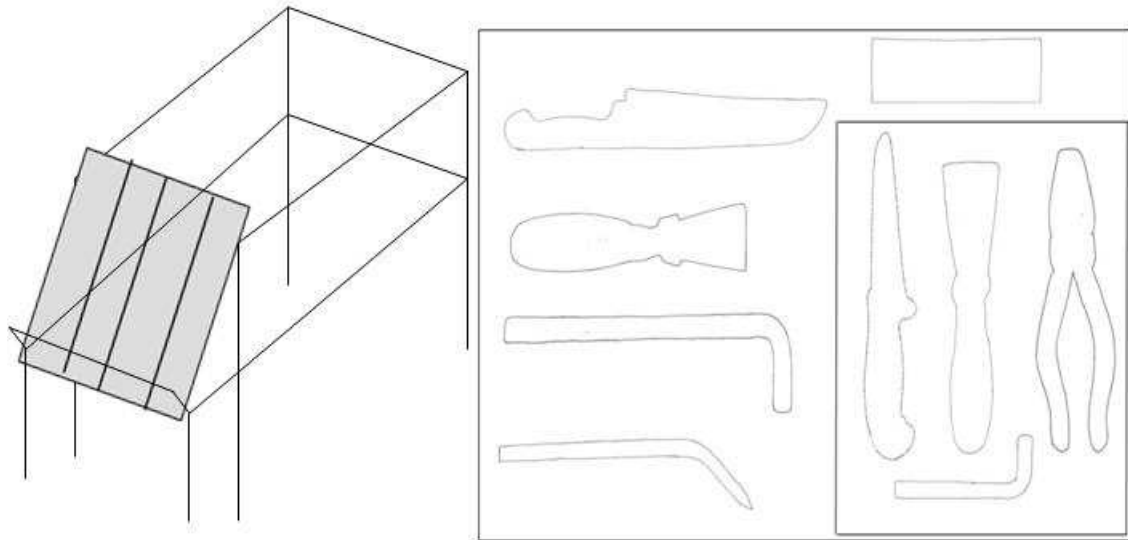


Figura 43 Proposta de mesa de ferramentas para a cabeça da extrusora.

Com a implementação desta fase do *SMED* conseguiu-se reduzir o *Setup* em 6%, ou seja, 15 segundos como se pode verificar no Diagrama-Homem Máquina após implementação da Fase 2 (Figura 2, Anexo E).

A fase seguinte, Fase 3, tem como objetivo desenvolver soluções que reduzam o tempo das atividades internas. Para isso realizamos mais uma vez um *5W+1H* (Tabela 17, Anexo F) e um *E.C.R.S* (Tabela 18, Anexo F) para as atividades: dobrar a ponta do último piso, levantar dispositivo de tintas, mudar receita, manusear ponta de borracha, encaminhar o material e descer suporte das linhas coloridas e afinar posição das linhas coloridas, ou seja, atividades que não podem ser eliminadas nem convertidas para externas.

Verifica-se que se podem reduzir os tempos de *Setup* das atividades em causa com a realização de apenas duas dobras da ponta do piso, sistema automático para levantar e descer o sistema de linhas coloridas, acrescentar na *Checklist* se receita seguinte já se encontra no computador, a ponta da borracha da corrida seguinte ser também só dobrada em duas vezes e a realização de um *5S* na zona de afinação da posição das linhas. O *5S* em causa consiste em marcar um lugar (Figura 44) para as ferramentas atuais (Figura 45) e a

colocação de uma cartão com a posição correta de cada uma das linhas coloridas, para um verificação e correção da posição mais rápida por parte do operador (Figura 46)

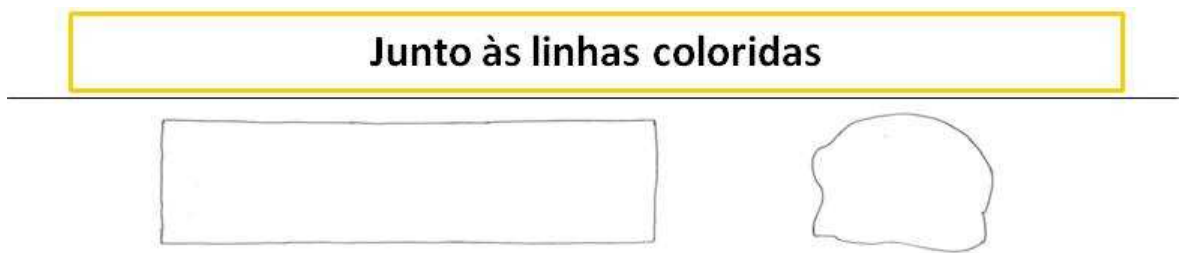


Figura 44 Posição para as ferramentas atuais.



Figura 45 Ferramentas atuais.



Figura 46 Proposta de cartão para verificação de posição das linhas coloridas.

Com estas propostas de melhoria consegue-se reduzir o tempo de *Setup* em 28%, que equivale a 65,5 segundos como se pode observar no Diagrama Homem-Máquina (Figura 53, Anexo G).

Todas estas melhorias equivalem a uma redução 51% do percurso percorrido pelo operador, ou seja, o operador percorre menos 36 metros em cada mudança de fieira e pré-fieira, como se pode verificar no diagrama de *Spaghetti* elaborado após a realização do *SMED* (Figura 47).

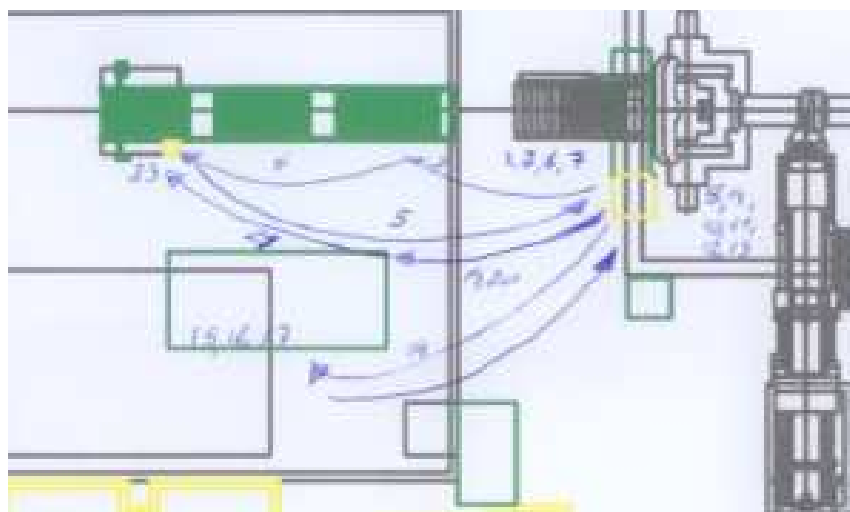


Figura 47 Diagrama de *Spaghetti* após realização do *SMED*.

Nesta fase considerou-se ainda a implementação de operações em paralelo, ou seja, a introdução de um segundo operador que pode trazer benefícios a nível de tempos perdidos, mas maiores custos. Para ter uma avaliação correta, fez-se o estudo para esta proposta de melhoria, ou seja, realizou-se um diagrama Homem-Máquina (Figura 48) onde se pode verificar que com a introdução de um segundo operador se consegue reduzir o tempo de *Setup* em 49%, ou seja, 85 segundos, que nos leva a considerar esta sugestão como uma ação de melhoria a implementar.

Como último passo, e de forma a garantir que as melhorias implementadas serão cumpridas, criou-se um novo procedimento para a realização de um *Setup* de mudança de feira e pré-feira (Figura 49).

Após todas estas propostas de melhoria seria necessário voltar a observar o procedimento utilizado e verificar quais seriam as novas propostas de melhoria. Neste caso, isto só poderia ser realizado após a empresa implementar na E06 todas as propostas apresentadas. Este seria um ponto a realizar no futuro depois de consolidar o novo procedimento apresentado.

Nº	Setup	Atividades	Responsável
1	Pré-Setup	Colocar pré-fieira e fieira para a corrida seguinte na mesa de Setup	Operador B
2		Colocar frascos de linhas coloridas no suporte vazio	Operador B
3		"Chamar" próxima receita	Operador B
4		Colocar e verificar especificação de papel junto ao painel de controlo	Operador A
5		Preencher o <i>CheckList</i> de preparação	Operador A
6	Setup	Cortar a borracha	Operador A
7		Pousar a faca	Operador A
8		Dobrar a ponta do último piso (2x)	Operador A
9		Levantar dispositivo de tintas	Operador B
10		Deslocação à cabeça da extrusora	Operador B
11		Abrir as cunhas	Operador B
12		Retirar fieira da cassete	Operador B
13		Pegar gancho e destravar a cassete	Operador A
14		Puxar a cassete	Operador A
15		Retirar excesso de borracha na cabeça	Operador A
16		Retirar pré-fieira	Operador A
17		Colocar fieira e pré-fieira na cassete	Operador B
18		Descer as cunhas	Operador B
19		Deslocação ao painel de comandos	Operador A
20		Mudar a receita	Operador A
21		Alterar valores no computador do RMEA	Operador A
22		Iniciar as extrusoras	Operador A
23		Deslocação à cabeça da extrusora	Operador B
24		Puxar a ponta da borracha para a passadeira	Operador B
25		Manusear a ponta da borracha (2x dobras)	Operador B
26		Encaminhamento do material e descer suporte das linhas coloridas	Operador B
27	Afinar posição das linhas coloridas	Operador B	
28	Pós-Setup	Pegar a espátula e limpar fieira e pré-fieira	Operador B
29		Deslocação/colocar fieira	Operador B
30		Limpar pré-fieira	Operador B
31		Deslocar/colocar pré-fieira no armário	Operador B
32		Retirar frascos de linhas coloridas da corrida anterior	Operador B
33		Arrumar ferramentas	Operador B

Figura 49 Novo Procedimento de Setup.

6. RESULTADOS

Neste capítulo apresenta-se uma análise dos resultados relativos às propostas de melhoria apresentadas no capítulo anterior.

Pelo facto de estarmos a apresentar propostas de melhoria, todos os resultados enunciados serão resultados esperados, ou seja, serão obtidos quando as propostas de melhoria forem aplicadas na extrusora de piso nº6.

Com a aplicação da metodologia de *SMED* na mudança de fieira e pré-fieira obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 11, Tabela 12 e Tabela 13, em que se representa os ganhos a nível de tempo, os ganhos a nível de produto final e os ganhos a nível de movimentação. Para obtenção destes valores foram considerados alguns pressupostos técnicos, sendo eles:

- 9 *Setup* por turno de mudança de fieira e pré-fieira;
- Velocidade média de extrusão: 30m/min;
- Comprimento médio de piso: 1,836 m;
- 3 Turnos de 8h por dia;
- 335 Dias de laboração;
- *OEE (Overall Equipment Efficiency)* de 62,5%;
- Ganho por pneu: 13€;

- Custo de operador (LDC): 21€/h;
- Custo Máquina (MDC): 134€/h;

Para além de pressupostos técnicos, é importante referir que para a obtenção destes resultados utilizou-se os tempos médios e as percentagens de ganhos obtidos durante a aplicação do *SMED* num *Setup* de exemplo. Ainda é de salientar que o *Setup* médio atual considerado para a existência de dois operadores foi o mesmo que para um operador, por não ser possível ter um caso concreto na fábrica de forma a se conhecer o valor real.

Tabela 11 **Ganhos a nível de tempo após aplicação do *SMED*.**

Mudança	Ganhos em tempo					
	Setup Médio Actual (min)	% Ganho	Setup Médio após SMED (min)	Ganho após SMED (min/dia)	Ganho após SMED (min/ Ano)	Ganho após SMED (€)
Mudança Feira e Pré-Feira c/ 1 Operador	4,51	43%	2,57	52,36	17.541	63.621 €
Mudança Feira e Pré-Feira c/ 2 Operador	4,51	71%	1,31	86,46	28.963	105.049 €

Tabela 12 **Ganhos a nível de produto final após aplicação do *SMED***

Mudança	Ganhos em produto final					
	Setup Médio Actual (min)	% Ganho	Setup Médio após SMED (min)	Ganho após SMED (Pneus/dia)	Ganhos após SMED (Pneus/ Ano)	Ganhos após SMED (€)
Mudança Feira e Pré-Feira c/ 1 Operador	4,51	43%	2,57	856	286.617	2.328.764 €
Mudança Feira e Pré-Feira c/ 2 Operador	4,51	71%	1,31	1.413	473.252	9.997.439 €

Tabela 13 **Ganhos em movimentação após aplicação do *SMED*.**

Mudança	Ganhos em movimentação				
	Setup Médio Actual (m)	% Ganho	Setup Médio após SMED (m)	Ganho após SMED (m/dia)	Ganhos após SMED (m/ Ano)
Mudança Feira e Pré-Feira c/ 1 Operador	70,50	51%	34,50	932	312.053

Observando a Tabela 11 verifica-se que com a aplicação da metodologia do *SMED* pode-se reduzir o tempo de *Setup* de mudança de feira e pré-feira em 1min 90s aquando da utilização de apenas 1 operador e de 3min 30s a quando da utilização de dois operadores. Estas reduções significam um ganho de 43% e 71%, respetivamente.

Relativamente a ganhos monetários na redução de tempos de *Setup* a utilização de dois operadores implica um ganho duas vezes maior, 105.049€, face aos 63.621€ de apenas utilização de um operador. A questão que se levanta são os custos que um segundo operador acarreta, sabendo que um operador custa aproximadamente 30.000€ por ano à

empresa e que a produção trabalha em cinco turnos, a introdução de um segundo operador custaria 150.000€ por ano, ou seja, não existiria nenhum ganho monetário.

Analisando a Tabela 12 e considerando a extrusão de piso a área *Bottleneck* da fábrica ganhar-se-ia 2.328.764€ com a utilização de um operador e 9.847.438€, que são os 9.997.439€ menos o custo do segundo operador (150.000€), com a utilização de dois operadores aquando dos ganhos com o produto final.

No que toca à distância percorrida, a aplicação do *SMED* consegue uma redução de 36 metros o que equivale a um ganho de 51% (Tabela 13).

7. CONCLUSÕES

O presente trabalho tinha como objetivo otimizar o processo de extrusão de pisos da extrusora nº6 da Continental Mabor. Para tal foi necessário primeiro analisar o processo em causa e depois formular algumas propostas de melhoria.

Analisando todo o processo verificou-se a existência de vários desperdícios, como por exemplo: inconformidade do material, encravamentos, produto fora das dimensões, *Setup*, entre outras. Após a análise dos tempos perdidos de cada desperdício, conclui-se que os *Setup* são os que tem maior impacto na capacidade produtiva da máquina.

Sabendo que os *Setup* são o maior desperdício do processo verificou-se qual seria o de maior impacto, mudança de fieira e pré-fieira e em quanto se pretendia reduzir, 31%.

De forma a obter-se o objetivo delineado, desenvolveram-se várias propostas de melhoria com o uso de ferramentas *Lean Manufacturing*, sendo que a principal ferramenta utilizada foi o *SMED*, por ser adequada a melhorar os *Setup*. Após a aplicação do *SMED* ao *Setup* de mudança de fieira e pré-fieira conseguiu-se reduzir o mesmo em 43%, aquando da utilização de apenas um operador, e 71% caso queiramos ser mais ambiciosos e contratemos um segundo operador.

A contratação de um segundo operador levanta a questão se o custo do mesmo será suportado pelo ganho da melhoria de *Setup*, mas sendo que o ganho de 71 % equivale a 105.049€ e um operador para todos os turnos tem um custo médio anual de 150.000€, conclui-se que com a contratação de um segundo operador ganharíamos apenas quando a extrusão de piso fosse a área *Bottleneck* da Fábrica.

Por fim, podemos concluir que a aplicação da metodologia *SMED* oferece melhorias de baixo custo, de fácil compreensão, rápida aplicação e com excelentes resultados, que no presente trabalho se verificam com uma melhoria acima da inicialmente prevista.

8. TRABALHO NO FUTURO

Com este trabalho obtiveram-se várias oportunidades de melhoria que deverão ser implementadas no futuro, de forma a obter um processo produtivo de extrusão de pisos mais eficiente.

Após a implementação destas ações será necessário reavaliar o procedimento produtivo e verificar se podemos melhorar, ainda mais, o Setup de mudança de fieira e pré-fieira ou a conformidade do material, visto que é a perturbação com maior perda de tempo a seguir aos *Setup*.

Outra sugestão para um trabalho de futuro, seria realizar o mesmo estudo nas restantes extrusoras da Continental Mabor de forma a uniformizar o procedimento de extrusão na fábrica.

9. ANEXOS

9.1. ANEXO A

O tempo médio de *Setup* na máquina é de 5,95 minutos e sendo que ocorrem cerca de 17 *Setup* por turno, obtém-se um tempo perdido de 101 minutos/turno.

Tabela 14 **Tempos perdidos em minutos e em percentagem acumulada, por cada perturbação.**

		Desperdícios						
		Setup	Conformidade do Material	Encravamentos	Dimensões do Produto	Armazenamento (Carros de pisos)	Falhas	Carregamento Automático
Tempos perdidos	min	101	31	29	24	20	16	1
	% Acumulada	46%	60%	73%	84%	93%	99,77%	100%

9.2. ANEXO B

Para obtenção deste diagrama dividiu-se o ciclo de *Setup* em macro-atividades e identificou-se os tempos, pelo vídeo, de cada uma delas na classe de unidades escolhida. De seguida descreveu-se as atividades de cada macro-atividade e o operador em causa, de forma a se poder indicar com linhas horizontais cada atividade individualmente, na escala de tempos.

9.4. ANEXO D

Como explicado no capítulo de proposta de melhoria, realizou-se um 5W+1H para as atividades críticas da Fase 2.

Tabela 15 Tabela de representação do 5W+1H para as atividades críticas da Fase 2

Nº	What Descrição da Atividade	Situação Atual							
		Why Porquê	Who? Quem	Where? Onde	When? Quando	How? Como	Distância (m)	Tempo (seg)	Problema (Justificação para o tempo e distância percorrida)
8	Deslocação à mesa de ferramentas	Tem que se pousar as feiras da corrida anterior	Operador	Mesa de ferramentas	Sempre que se realiza um Setup	Manualmente	7	3	Deslocação desnecessária
11	Deslocação à mesa de ferramentas (Espátula)	Tem que se limpar a feira antes de a guardar	Operador	Mesa de ferramentas	Sempre que se realiza um Setup	Manualmente	2	2	Deslocação desnecessária
17	Deslocação à mesa de ferramentas	Necessita de pousar a pré-feira da corrida anterior	Operador	Mesa de ferramentas	Sempre que se realiza um Setup	Manualmente	2	2	Arrumar a pré feira
20	Deslocar-se à mesa de ferramentas e pegar no conjunto feira e pré feira	Necessita das feiras e pre-fieras para a corrida seguinte	Operador	Armário de feira	Sempre que se realiza um Setup	Manualmente	3	5	Deslocação desnecessária
21	Deslocar-se à cabeça da extrusora	Colocar feira e pré-feira na cabeça da extrusora	Operador	Extrusora	Sempre que se realiza um Setup	Manualmente	2	3	Deslocação desnecessária

Como explicado no capítulo de proposta de melhoria, realizou-se o E.C.R.S para as atividades críticas da Fase 2.

Tabela 16 Tabela de representação do E.C.R.S. para as atividades críticas da Fase 2

N°	Descrição da Atividade	Problema	Melhorias				Ideia de Melhoria
			Eliminar	Combinar/ Mudar	Reorganizar/ Reduzir	Simplificar	
8	Deslocação à mesa de ferramentas	Deslocação desnecessária	x				Colocar uma mesa de suporte ao Setup junto à cabeça da extrusora
11	Deslocação à mesa de ferramentas (Espátula)	Deslocação desnecessária	x				Colocar uma mesa de suporte ao Setup junto à cabeça da extrusora
17	Deslocação à mesa de ferramentas	Arrumar a pré feira	x				Colocar uma mesa de suporte ao Setup junto à cabeça da extrusora
20	Deslocar-se à mesa de ferramentas e pegar no conjunto feira e pré feira	Deslocação desnecessária	x				Colocar uma mesa de suporte ao Setup junto à cabeça da extrusora
21	Deslocar-se à cabeça da extrusora	Deslocação desnecessária	x				Colocar uma mesa de suporte ao Setup junto à cabeça da extrusora

9.6. ANEXO F

Como nas fases anteriores apresenta-se o 5W+1H e E.C.R.S para a Fase 3.

Tabela 17 Tabela de 5W+1H para as atividades críticas da Fase 3.

Nº	What Descrição da Atividade	Situação Atual							
		Why Porquê	Who? Quem	Where? Onde	When? Quando	How? Como	Distância (m)	Tempo (seg)	Problema (Justificação para o tempo e distância percorrida)
3	Dobrar a ponta do último piso (3x-1x)	Se não for feita enrola nos balancetes e a extrusora encrava	Operador	Na primeira passadeira junto à cabeça da extrusora	Sempre que inicia um Setup	Manualmente e aleatoriamente	4	7	Falta de uniformização pode causar perda de tempo devido a dobras desnecessárias e encravamentos na linha caso tenha dobras a mais ou a menos
4	Levantar dispositivo de tintas	Para que a dobra executada na atividade 3 não danifique e não encrave no suporte	Operador	Junto ao suporte de tintas	No fim de cada corrida	Accionando um botão	1	3	O operador necessita de se deslocar e acionar o botão manualmente
25	Mudar a receita	A máquina necessita dos parâmetros de extrusão da próxima receita	Operador	Painel de Controlo	Sempre que muda de receita	Chamando no software de gestão de receitas a receita seguinte	0	19	Demora muito devido à quantidade de receitas existentes no sistema e depois tem de verificar se a receita está correcta de acordo com o especificado no papel
31	Manusear a ponta da borracha (3x dobras)	Evitar encravamentos	Operador	Na primeira passadeira junto à cabeça da extrusora	Sempre que se faz o enfiamento da extrusora	Manualmente e aleatoriamente	0	13	Caso não tenha as dobras necessárias pode encravar a máquina durante o enfiamento
32	Encaminhamento do material e descer suporte das linhas coloridas	Porque as linhas coloridas são a única forma de identificar os pisos	operador	Junto ao suporte de tintas	No início da corrida	Accionando um botão	10	35	O operador necessita de se deslocar e acionar o botão manualmente
34	Afinar posição das linhas coloridas	Colocar posição das linhas no lugar exato	Operador	Suporte de tintas	Finalizar o Setup	Manualmente	3	3	Tarefa manual e muito demorada, que pode provocar retrabalho e scrap

Tabela 18 Tabela de E.C.R.S para as atividades críticas da Fase 3.

N°	Descrição da Atividade	Problema	Melhorias				Ideia de Melhoria
			Eliminar	Combinar/ Mudar	Reorganizar/ Reduzir	Simplificar	
3	Dobrar a ponta do último piso (3x-1x)	Falta de uniformização pode causar perda de tempo devido a dobras desnecessárias e encravamentos na linha caso tenha dobras a mais ou a menos			x	x	Fazer testes/experiencias para e uniformizar e formalizar com todos os operadores. Elaborar um novo método de trabalho.
4	Levantar dispositivo de tintas	O operador necessita de se deslocar e acionar o botão manualmete		x			Sistema automatica de sempre que para a extrusora o sistema levanta automaticamente
25	Mudar a receita	Demora muito devido à quantiade de receitas existentes no sistema e depois tem de verificar se a receita esta correcta de acordo com o especificado no papel			x		Acrescentar no check list a verificação da proxima receita se já se encontra "chamada"
31	Manusear a ponta da borracha (3xdobras)	Caso não tenha as dobras necessárias pode encravar a máquina durante o enfiamento			x	x	Fazer testes/experiencias para e uniformizar e formalizar com todos os operadores. Elaborar um novo método de trabalho.
32	Encaminhamento do material e descer suporte das linhas coloridas	O operador necessita de se deslocar e acionar o botão manualmete		x			Automatizar
34	Afinar posição das linhas coloridas	Tarefa manual e muito demorada, que pode provocar retrabalho e scrap				x	Cartão com a posição das linhas coloridas e local "5's" para as ferramentas de verificação das linhas coloridas.

Referências Documentais

- [1] ABDULLAH, E.; OZDMIRB, G.; *An economic quantity model with defective items and shortages*; International Journal of Production Economics; Vol.106, pp.544-549; 2007
- [2] BLACK, J.T.; *O projeto da fabrica com futuro*; Bookman Companhia Ed.; 1998
- [3] BRAUNA, A.R.; *Qualidade Total: Teoria Geral da Administração II*; Universidade Geral do Espirito Santo; <http://pt.scribd.com/doc/44027892/Qualidade-Total>
- [4] HALL,R.W.; *Zero Inventories*; USA; Homewood: Dow Jones-Irwin; 1983;
- [5] McINTOSH, R.I.; CULLEY, S.J.; MILEHAM, A.,R.; *A critical evaluation of Shingo's SMED methodology*; International Journal of Production Research; Vol.38, p.2377-2395; 2000;
- [6] MELTON, T.; *The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*; Chemical Engineering Research and Design , 83 (6), 662-673;2005
- [7] MIN, W.; PHENG, L.S.; *Modeling Just-in-Time Purchasing in the Ready Mixed Concrete Industry*; International Journal of Production Economics, Vol. 107, pp.190-201; 1990
- [8] MONDEN, Y.; *Produção sem estoques: uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota*; São Paulo; Sao Paulo IMAN; 1984;
- [9] OHNO, T.; *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*; 1ª ed.; New York; Productivity Press;1988
- [10] ORTIZ, C.A.; *Kaizen Assembly: Designing, Constructing and Managing a Lean Assembly Line*; New York: CRC Press; 2006;
- [11] PINTO, J. P.; *Lean Thinking: Introdução ao Pensamento Magro*. Comunidade Lean Thinking; 2008;
- [12] SHINGO, S.; *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*; Cambridge; Production Press; 1985;
- [13] SUGAI,M.;McINTOSH, R.; NOVASKI, O.; *Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso*; Gest. Prod. vol.14 no.2; São Carlos 2007; http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-30X2007000200010&script=sci_arttext
- [14] WERKEMA, M.C.C.; *As ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de Processos*; Belo Horizonte; Werkema Editora; 1995;
- [15] WERKEMA, M.C.C; *Lean Seis Sigma*; 1ª Edição; Belo Horizonte; Werkema Editora; 2006;
- [16] WOMACK, J. P.; JONES, D. T.;ROSS, D.; *The Machine that Changed the World*; Macmillan Publishing Company; Canada; 1996;