



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Mariana Couto Araújo

**Melhoria da Produtividade e atualização do Tempo
Padrão - Extrusão**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Maria Leonilde Rocha Varela

Dezembro de 2016

DECLARAÇÃO

Nome: Mariana Couto Araújo

Endereço eletrónico: _____

Telefone:

Número do Bilhete de Identidade:

Título da dissertação: Melhoria da Produtividade e atualização do Tempo Padrão – Extrusão

Orientadora: Professora Maria Leonilde Rocha Varela

Ano de conclusão: 2016

Designação do Mestrado: Mestrado em Engenharia Industrial – Ramo Especialização em Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou dissertações de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA DISSERTAÇÃO

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

À Continental Mabor S.A., pela oportunidade para realizar o estágio e projeto curricular na empresa.

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

Ao meu Orientador de Estágio Engenheiro José Rui Salgueiro, pelo apoio incondicional mesmo fora de estágio.

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

Aos meus colegas estagiários Carlos, Tiago e João por todos os momentos de alegria na sala.

À minha orientadora, sem a qual não seria possível a realização desta dissertação, pelo seu incentivo, apoio, dedicação e amizade. Mesmo em tempos difíceis, nunca largou a mão e conduziu-me pelos melhores caminhos.

À Gabriela, pelo apoio, disponibilidade, incentivo e amizade.

À família WEGeuro, pela motivação e brincadeiras para nunca perder o ânimo ou desistir.

Aos meus amigos.

Ao Padre Jorge.

Aos meus pais, irmão e cunhada. Obrigada pelo apoio, dedicação, força e coragem.

À minha avó e avô, mesmo neste ano difícil, nunca deixaram de dar uma palavra de apoio e coragem.

Ao Carlos, por ser meu pilar nesta luta.

Ao meu anjo, lá em cima, que cuida sempre de mim.

RESUMO

O presente relatório foi elaborado no âmbito da Dissertação Final do Mestrado de Engenharia Industrial, ramo Gestão Industrial da Universidade do Minho que foi realizado numa empresa de indústria de pneus, Continental Mabor S.A..

Com o aumento da concorrência no mercado global atual, as empresas estão cada vez mais pressionadas para melhorar o desempenho dos seus sistemas de produção de forma a serem mais competitivas e melhorarem a participação no mercado (Al-Ashaab & Sobek, 2013).

Tendo, ainda, em consideração que as leis do mercado atual exigem que cada vez mais as empresas tenham que ser dinâmicas, com qualidade elevada e tempos de resposta reduzidos ao mesmo tempo em que os rácios entre os custos e benefícios sejam cada vez menores, é cada vez mais difícil e complexo satisfazer as exigências dos clientes. O mercado atual impõe o preço dos produtos e requisitos de qualidade cada vez mais apertados, prazos de entrega mais curtos e exige produtos cada vez mais personalizados. É neste sentido que várias empresas procuram encontrar metodologias que lhes permitam dar resposta a estes desafios, sendo que a filosofia *Lean Manufacturing* a solução muitas vezes escolhida (Taggart & Kienhoefer, 2013).

O presente trabalho teve como objetivo determinar e atualizar o tempo padrão das quatro extrusoras, aplicadas à determinação e análise de tempos de *setup*.

Inicialmente foi efetuado um diagnóstico ao processo de extrusão de pisos com o intuito de avaliar todas as suas ineficiências de maior impacto no sistema produtivo, como também, atualizar o tempo padrão de cada extrusora. Esta análise foi realizada em diferentes turnos com diferentes equipas de trabalho para se obter uma amostra mais representativa da realidade global.

PALAVRAS-CHAVE

Métodos e Tempos, Tempo Padrão, Extrusão de Pisos, Setup, Ferramentas Lean.

ABSTRACT

This report was prepared within the scope of the Final Dissertation of my Masters Degree in Industrial Engineering, in the Industrial Management branch of the University of Minho. This internship report was carried out in a tire industry company, at Continental Mabor S.A .

With the increasing competition in today's global market, companies are increasingly being pressured to improve the performance of their production systems in order to be more competitive, efficient and to improve market share (Al-Ashaab & Sobek, 2013).

Bearing in mind that today's market laws demands companies to be more dynamic with high quality and reduced response times while the ratios between costs and revenues are becoming smaller, becoming more difficult and complex to meet the customer's requirements. The current market imposes the price of products, increasingly tight quality requirements, shorter delivery times and not neglecting also the requirement of increasingly personalized products. It is in this sense that, several companies seek to find methodologies that allow them to respond to these challenges, being the philosophy of Lean Manufacturing the solution chosen by many companies (Taggart & Kienhoefer, 2013).

The present work had as objective to determine and to update the standard time of the four extruders, applied to the determination and analysis of setup times.

Initially, a diagnosis was made to the floor extrusion process in order to evaluate all of its inefficiencies with the greatest impact on the production system as well as to update the standard time of each extruder. This analysis was performed in different shifts with different work teams to obtain a more representative sample of the global reality.

KEYWORDS

Methods and Times, Standard Time, Extrusion of the tire floor, Setup, Lean Tools

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xiii
Índice de Formulas.....	xiv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xv
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	2
1.4 Estrutura do Relatório.....	3
2. Apresentação da empresa.....	5
2.1 A Continental AG.....	5
2.2 Continental Mabor S.A.....	6
2.3 Estrutura Organizacional da Continental Mabor S.A.....	7
2.4 Política da Empresa.....	8
2.5 Visão e Missão.....	8
2.6 Produto Final.....	9
3. Revisão Bibliográfica.....	13
3.1 Filosofia <i>Lean Manufacturing</i>	13
3.2 Tempos e Métodos.....	16
4. Descrição e Análise do Processo Produtivo.....	27
4.1 Descrição Geral do Processo Produtivo.....	27
4.2 Análise do Processo de Extrusão de Pisos.....	29
5. Desenvolvimento e Análise de resultados.....	37
5.1 5S's.....	37
5.2 Análises dos Desperdícios.....	39
5.3 Estudo de Tempos de <i>Setups</i>	43

6. Conclusões e Trabalhos Futuros.....	53
Referências Bibliográficas	55
Anexo A – Política da Continental Mabor	57
Anexo B – Quadro Sinóptico	58
Anexo C – Processo Produtivo	59
Anexo D – Folha de Registo de Cronometragens para o Tempo Padrão de Setup.....	60
Anexo E – Folha de Cálculo para fadiga	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Países onde há Continental AG.....	5
Figura 2 – Instalações iniciais da Mabor e atuais da Continental Mabor S.A.....	6
Figura 3 – Organigrama da Continental Mabor S.A. (Continental, 2016).	7
Figura 4 - Estrutura do Pneu (Continental, 2016)	9
Figura 5 - Constituição e Função dos componentes do Produto Final (Continental,2016)	10
Figura 6 - Decomposição da duração total de fabricação de um produto.....	17
Figura 7 - Cronómetro Mecânico	21
Figura 8 - Cronómetro Digital	21
Figura 9 - Cinco departamentos que constituem o processo produtivo da Continental Mabor	27
Figura 10 - Inspeção Visual	29
Figura 11 – Piso (Continental, 2016)	30
Figura 12 - Linha de Extrusão Triplex (Continental,2012).....	31
Figura 13 - Componentes do interior de uma Extrusora	31
Figura 14 - Passadeira de Alimentação	32
Figura 15 - Saída da Extrusora	33
Figura 16 - Identificação dos pisos com linhas coloridas.....	33
Figura 17 - Tanques de Arrefecimento.....	34
Figura 18 - Lâmina de Corte	34
Figura 19 – Secagem	35
Figura 20- Sistema de medição automático.....	35
Figura 21 - Robô de Armazenamento	36
Figura 22 - Mesa Ferramentas - Antes.....	37
Figura 23 - Mesa Ferramentas Depois (1)	38
Figura 24 - Mesa Ferramentas Depois (2)	38
Figura 25 - Diagrama Causa-Efeito	40
Figura 26 - Mudança de Feira	44
Figura 27 - Setup Mudança de Capa	44
Figura 28 - Setup Mudança de Base	45
Figura 29 - Piso IPOC	46
Figura 30 – Política da Continental Mabor (Continental,20	57

Figura 31 - Quadro Sinóptico	58
Figura 32 - Processo Produtivo	59
Figura 33 - Cálculo da Fadiga	69

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Folha de Registo de Cronometragens para Setup de mudança de Fieira – E03.....	47
Tabela 2 - Cálculo da Percentagem Fadiga.....	48
Tabela 3 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de mudança de Capa – E03	48
Tabela 4 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de mudança de Base e Capa – E03	49
Tabela 5- Dados Calculados para as diferentes Extrusoras.....	50
Tabela 6 - Resultado do Tempo Padrão para as diferentes Extrusoras.....	50
Tabela 7 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Fieira - E04	60
Tabela 8 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Capa - E04.....	61
Tabela 9 – Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Base e Capa - E04.....	62
Tabela 10- Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Fieira - E05	63
Tabela 11 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Capa - E05.....	64
Tabela 12 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Base e Capa - E05	65
Tabela 13- Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Fieira - E06	66
Tabela 14 Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Capa - E06.....	67
Tabela 15 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Base e Capa - E06	68

ÍNDICE DE FORMULAS

- [1] Número de ciclo a medir (N)
- [2] Cálculo do valor Z
- [3] Desvio-Padrão
- [4] Tempo de Ciclo
- [5] Tempo Padrão Total de *Setup*
- [6] Tempo Padrão (Homem)
- [7] Tempo Padrão (Máquina)

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

IPOC – *In Process change of Compound*

TPS – *Toyota Production System*

TP – Tempo Padrão

E03 – Extrusora E03

E04 – Extrusora E04

E05 – Extrusora E05

E06 – Extrusora E06

1. INTRODUÇÃO

Nesta primeira secção será apresentado o enquadramento do presente relatório, referindo a empresa onde foi realizado o projeto, bem como, uma pequena introdução ao tema de trabalho. Em seguida, serão apresentados os objetivos da dissertação e as metodologias utilizadas para a sua resolução. Por fim será apresentada a estrutura do relatório.

1.1 Enquadramento

No âmbito do Mestrado em Engenharia Industrial, cada aluno deverá elaborar uma dissertação para sua conclusão, sendo que esta tanto pode ser realizada em ambiente industrial, como num âmbito académico na universidade. A presente dissertação foi realizada em ambiente industrial, mais concretamente, na Continental Mabor S.A..

A Continental Mabor S.A. localiza-se em Vila Nova de Famalicão e é especializada em pneus automóveis, tanto para equipamento de origem e marcas automóveis, como para o mercado de substituição.

Para a produção de pneu, assim como de outros tipos de produtos, é necessário passar por diversos processos produtivos, desde a receção da matéria-prima até ao produto final e sua expedição.

Como, atualmente, o ser humano é dependente de transportes para se deslocar, nomeadamente em relação ao automóvel e transportes públicos, o pneu é um produto largamente consumido.

A indústria de pneus está inserida num mercado cada vez mais competitivo, em que as leis do mercado atual exigem cada vez mais que as empresas sejam dinâmicas, tenham uma qualidade elevada e tempos de resposta reduzidos, com rácios entre os custos e benefícios cada vez menores, o que leva a que seja cada vez mais difícil e complexo satisfazer as exigências dos clientes. Sendo assim é necessário que haja uma constante melhoria dos processos produtivos.

É neste sentido que várias empresas procuram encontrar metodologias que lhes permitam dar resposta a estes desafios, sendo que a filosofia *Lean Manufacturing* a solução muitas vezes encontrada (Taggart & Kienhoefer, 2013).

O objetivo do *Lean Manufacturing* é minimizar o desperdício endémico neste mundo cada vez mais complicado de fabricação e, assim, tornar ainda mais competitivo.

Esta filosofia, que teve origem na *Toyota Motor Corporation* e no “seu” *Toyota Production System* segue um novo conceito de gestão, que procura a redução de atividades que não acrescentam valor ao produto

ao longo da cadeia produtiva (Abdulmalek & Rajgopal, 2007), focando, assim, numa melhoria contínua dos processos produtivos.

Para conseguir a melhoria dos processos existem associadas a esta filosofia diversas ferramentas. No contexto deste projeto enquadram-se as ferramentas dos Tempos e Métodos, determinação do Tempo Padrão, 5S.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste projeto é atualizar o tempo padrão das extrusoras e melhorar o desempenho do processo de extrusão do piso da Continental Mabor.

Com a implementação das propostas de melhoria, pretende-se:

- A determinação do tempo padrão;
- Melhoria e organização do posto de trabalho;
- Análise de perturbações ao processo produtivo;
- Melhoria do processo produtivo.

1.3 Metodologia de Investigação

No desenvolvimento deste projeto, a metodologia que mais se adequa é a investigação, análise e resolução de problemas, que permite criar uma relação entre a prática e a teoria estudada. Assim, pretende-se que exista um processo participativo que proporcione um ambiente cooperante entre todos os colaboradores que desempenham funções na extrusora de pisos e, que assim seja possível investigar e analisar situações reais e concretas através da implementação de melhorias.

A metodologia “Investigação-Ação” pode ser descrita como uma família de metodologias de investigação que incluem ação (ou mudança) e investigação (ou compreensão) ao mesmo tempo, utilizando um processo cíclico ou espiral, que alterna entre ação e reflexão crítica (Coutinho, Clara Pereira; Sousa, Adão; Dias, Anabela; Bessa, Fátima; Ferreira, Maria José Rodrigues Cunha; Vieira, Sandra Regina, 2009), sendo também colaborativa com o objetivo de melhorar as práticas nos diversos campos de ação.

Esta metodologia tem como características:

- A participação de todos os intervenientes no processo;
- Ser prática e interventiva;

- Ser cíclica, ou seja, a investigação envolve um espiral de ciclos, no qual as descobertas iniciais geram possibilidades de mudança que são implementados e avaliados como introdução ao ciclo seguinte;
- Ser crítica, já que todos os participantes criticam, não procuram apenas melhores práticas no seu trabalho, mas também, atuam como agentes de mudança, críticos e autocríticos das eventuais restrições;
- Ser auto avaliativa, pois as modificações são continuamente avaliadas, numa perspetiva de adaptabilidade e de produção de novos conhecimentos.

Fazer Investigação-Ação implica planejar, atuar, observar e refletir, assim é possível obter melhores resultados.

1.4 Estrutura do Relatório

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. No presente capítulo, encontra-se o enquadramento, principais objetivos, metodologia adotada e a estrutura do relatório.

No segundo capítulo é feita a descrição da empresa onde foi realizado o projeto, como também a política, visão e missão da empresa.

De seguida, no terceiro é apresentada a revisão da literatura dos temas que serviram como base para a realização da presente dissertação.

Posteriormente, no quarto capítulo é feita a descrição e análise do processo produtivo, fazendo uma breve descrição geral e pormenorizada do processo da Extrusão de Pisos, no setor onde o projeto foi realizado.

No quinto capítulo é analisado o estado atual da empresa, onde é feita a implementação dos 5S's na mesa de ferramentas, discriminadas as principais perturbações à extrusora e por fim onde é estudado os tempos padrão de *setup*.

E por fim, no sexto capítulo, são apresentadas as conclusões e propostas para trabalhos futuros deste projeto.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo encontramos uma breve descrição do Grupo Continental AG. e da empresa onde foi realizada esta dissertação de mestrado, Continental Mabor S.A..

2.1 A Continental AG

A Continental AG foi fundada em Hannover, 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 melhoria de pneumáticos. O seu prestígio ultrapassa as fronteiras da Alemanha e os pneus Continental passaram a equipar os carros vencedores de diversas competições automóveis.

Em 2007, a Continental adquire a Siemens VDO *Automotive* AG e avança para 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. A Continental conta com 170.000 colaboradores, divididos em seis áreas: Chassis e Segurança, “*Powertrain*”, Interior, Pneus para Viaturas de Passageiros e Comerciais Ligeiras, Pneus Pesados e ContiTech. Atualmente, o grupo está presente em 45 países e implementado em 194 locais diferentes, conforme **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**(Continental AG, 2016).



Figura 1 – Países onde há Continental AG.

2.2 Continental Mabor S.A.

Continental Mabor S.A nasceu a Dezembro de 1989, como empresa de indústria de pneus, resultado da junção 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).

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

Em 1990 tinha uma média de produção diária de 5.000 pneus/dia, em 1996 foram atingidos os 21.000 pneus/dia. Atualmente, a Continental Mabor S.A. tem uma capacidade média de produção de 56.000 pneus/dia, tornando-se assim uma das fábricas da Continental com melhores índices de produtividade. Nos últimos quatro anos, a Continental Mabor alcançou o “*Quality Award*”, prémio que distingue a melhor empresa no seio do grupo.

A Continental Mabor é a maior e mais lucrativa fábrica das cinco pertencentes ao grupo Continental AG implementadas em Portugal, em que mais de 98% da produção destina-se à 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, 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”, a restante produção é destinada a linhas de montagem, “mercado de origem”, dos mais prestigiados construtores da indústria automóvel.

A Continental Mabor S.A. 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.



Figura 2 – Instalações iniciais da Mabor e atuais da Continental Mabor S.A.

2.3 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 mais plana possível.

Na Erro! A origem da referência não foi encontrada.Figura 3 é apresentada a organização da empresa.

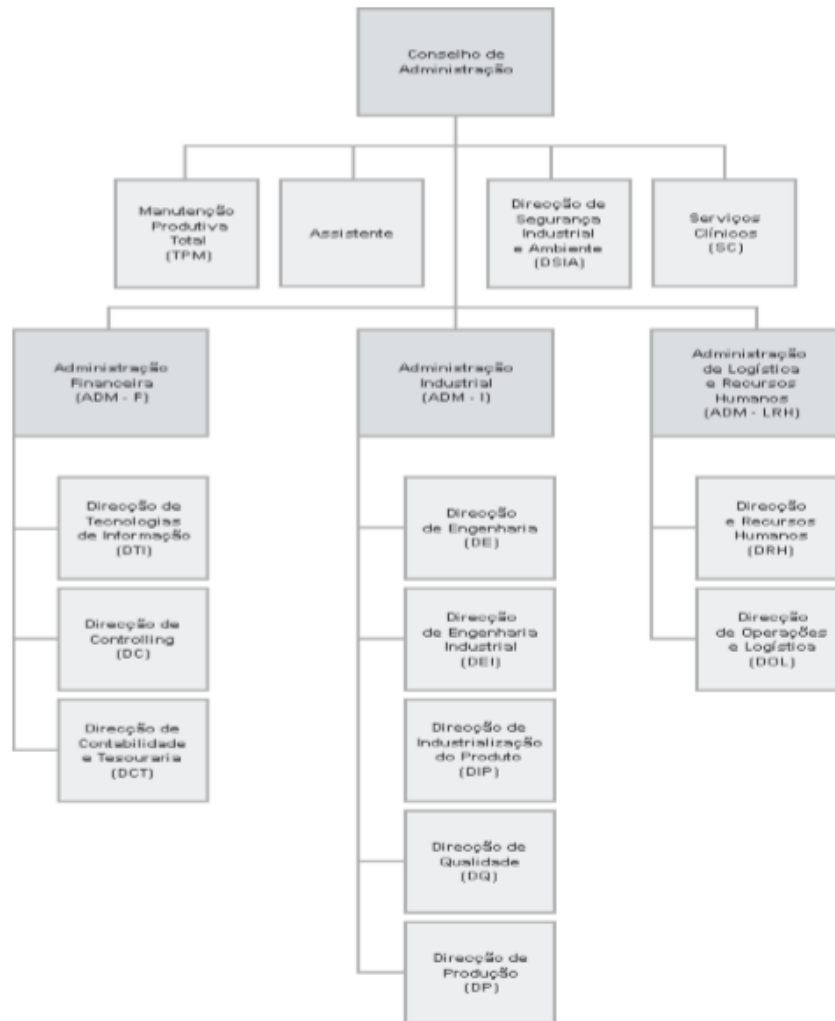


Figura 3 – Organograma da Continental Mabor S.A. (Continental, 2016).

A autora da presente dissertação efetuou estágio curricular na Direção de Engenharia Industrial.

2.3.1 Direção de Engenharia Industrial

A direção de Engenharia Industrial é constituída por colaboradores a tempo inteiro e 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 as 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 em outras áreas.

2.4 Política da Empresa

A política da Continental Mabor baseia-se nos Princípios de Base do Grupo, cujo principal objetivo é a “Criação de Riqueza”, através de programas de melhoria contínua e de uma gestão orientada para um crescimento rentável e sustentado.

No Anexo A é apresentado a política da empresa.

2.5 Visão e Missão

A Visão da Continental Mabor consiste em ser LÍDER:

- Lousado eficiente;
- Inova e antecipa as necessidades dos clientes;
- Desenvolve produtos de alta tecnologia;
- Excelente no conhecimento e nos processos;
- Rentável de forma sustentada.

A sua missão tem como principais pilares crescer e criar valor, tornando-se assim rentável de forma sustentável, trabalhando uns pelos outros. Ganhar a confiança do cliente, apresentando sempre produtos de tecnologia avançada. Para isso é necessário ser reconhecida pela eficiência, qualidade, flexibilidade,

inovação e paixão por vencer. E por último, promover a excelência de colaboradores qualificados, motivados e com liberdade para agir.

2.6 Produto Final

O produto final da Continental Mabor é o pneu. Este varia em diversas características, tais como medidas e marca, tendo em conta o mercado alvo. No que diz respeito às medidas, a Continental Mabor produz pneus desde jante 14 até 21 e para além da sua marca própria, a marca Continental, a empresa fabrica pneus de outras marcas tais como *Mabor, Barum, Uniroyal*, entre outras.

Neste subcapítulo, pretende-se fazer uma breve descrição das diferentes partes que constituem um pneu de automóvel, conforme Figura 4. **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

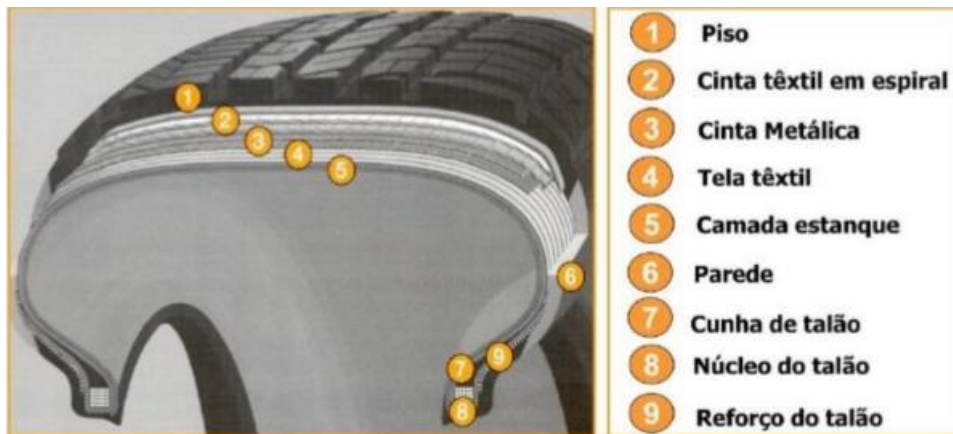


Figura 4 - Estrutura do Pneu (Continental, 2016)

Através da Figura 4 constata-se que um Pneu é constituído por 9 componentes, sendo cada componente explicado na Figura 5.

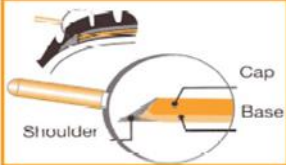

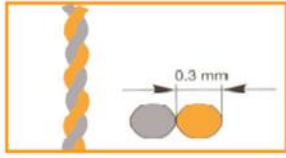




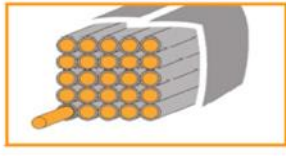

1	Piso		<p>Material: Borracha natural e sintética.</p> <p>Funções: Capa - fornece aderência, resistência ao desgaste e estabilidade direccional. Base - reduz a resistência ao rolamento e protege a carcaça. Extremo - garante a transição do piso para a parede.</p>
2	Cinta têxtil em espiral		<p>Material: Nylon coberto por camada de borracha.</p> <p>Funções: Promove a adaptabilidade para altas velocidades e precisão de fabrico.</p>
3	Cinta Metálica		<p>Material: Cordas de aço.</p> <p>Funções: Retêm a forma e a estabilidade direccional. Reduz a resistência ao rolamento. Aumenta a longevidade do pneu.</p>
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 5 - Constituição e Função dos componentes do Produto Final (Continental,2016)

Neste projeto, o problema central a resolver, na Continental Mabor S.A. está relacionado com a tentativa de adaptação da fórmula geral de determinação de tempos padrão à determinação dos tempos de *setup*, de modo a incluir também correções, como uma parcela importante a não ignorar aquando da determinação dos tempos de *setup*, dado que estes podem assumir um papel importante na tentativa de dimensionamento correto deste tipo de tempo. Sendo assim, neste projeto, um aspeto fundamental consistiu na contribuição com a inclusão do parâmetro de correções, para além dos restantes parâmetros mais usuais/tradicionais da determinação de tempos padrão, na determinação dos tempos de *setup* da empresa.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta segunda secção, correspondente à revisão bibliográfica, tem como objetivo fazer uma breve revisão dos conceitos teóricos associados ao presente projeto, centrando-se na filosofia *Lean Manufacturing*.

Primeiro, com o intuito de descrever a filosofia *Lean* será indicada a sua origem e o seu intuito, apresentando os desperdícios que esta deseja eliminar. Em seguida, serão descritas as ferramentas utilizadas para a concretização deste projeto.

3.1 Filosofia *Lean Manufacturing*

A filosofia *Lean Manufacturing* teve origem na *Toyota Motor Corporation* e no “seu” *Toyota Production System* que segue um conceito de gestão, que procura a redução de atividades que não acrescentam valor ao produto ao longo da cadeia produtiva (Abdulmalek, 2007)

Esta filosofia surgiu no Japão, numa fábrica de automóveis *Toyota*, após a Segunda Guerra Mundial, tendo como pioneiros Eiji Toyoda e Taiichi Ohno (Womack & Roos, 1990).

Ao longo dos tempos, a indústria sofreu inúmeras mudanças. Inicialmente, a indústria era artesanal e a produção era iniciada e terminada pelo mesmo operador, sendo necessário um trabalhador altamente qualificado. Agora, a produção é realizada em série e o operador apenas realiza uma etapa do processo produtivo.

A produção artesanal permitia uma elevada variedade de produto de reduzidas quantidades mas com custo elevado, já na produção em série foi possível aumentar as quantidades, diversidade de produto e diminuir o preço.

Face às necessidades do mercado, a fábrica de automóveis *Toyota* teve a necessidade de desenvolver uma nova filosofia de produção chamada *Toyota Production System*, para resolver o paradigma em que, utilizando poucos recursos, fosse possível oferecer uma elevada variedade de produtos com grande qualidade e preços competitivos.

O *Toyota Production System* consiste em eliminar os desperdícios e melhorar continuamente um processo produtivo, otimizando o uso de recursos.

Segundo (Ohno, 1988) a base de sustentação do TPS é constituída por dois pilares: a *Autonomation*, também conhecida por *Jidoka* e a filosofia *Just-in-Time* (JIT). A *Autonomation* consiste na capacidade que os equipamentos devem ter para parar quando surgir alguma anomalia, evitando assim produtos

com defeitos. A filosofia *Just-in-Time* consiste na produção do que é realmente necessário, ao nível de quantidade, evitando assim os desperdícios (Ohno, 1988).

3.1.1 Desperdícios

Desperdício é toda a atividade que consome recursos e não acrescenta valor ao produto do ponto de vista do cliente (Womack & Jones, 1996).

Ohno (Ohno, 1988) foi o primeiro a identificar que existem atividades nas empresas que não acrescentam valor ao produto e como tal devem ser eliminadas. Assim, existem sete desperdícios (Ohno, 1988) sendo eles:

- ✓ Sobreprodução: fabrico de um produto antes que este seja realmente necessário ou em quantidades maiores do que é pedido;
- ✓ Transporte: este desperdício está relacionado com a movimentação dos produtos e matérias-primas no interior da fábrica que devem ser reduzidos ao mínimo;
- ✓ Processo: são desperdícios todas as operações que são desnecessárias e que não contribuem para a melhoria da qualidade do produto, não acrescentando valor ao mesmo;
- ✓ Defeitos: erros durante o processo de produção, forçando assim o reprocessamento;
- ✓ Excesso de Stock: é desperdício pois significa ter stock para além do necessário;
- ✓ Movimentações: desperdícios relacionados com todos os movimentos desnecessários dos colaboradores;
- ✓ Espera: desperdício referente ao tempo de espera que ocorre quando os recursos (pessoas ou equipamentos) são obrigados a esperar desnecessariamente em virtude de atrasos na chegada de materiais ou disponibilidade de recursos, incluindo informações.

Diversos autores apresentam ainda um oitavo desperdício, sendo diferente de autor para autor. Para (Ortiz, 2006) o oitavo desperdício consiste em não utilizar o potencial humano, ou seja, não utilizar a qualidade que um operador tem e utilizá-lo em local errado, em que não se sente confortável. Para (Womack & Jones, 1996) o oitavo desperdício é uma situação em que o produto não vai de encontro com as necessidades dos clientes.

O fundamental para qualquer indústria é conseguir identificar os desperdícios, sejam estes quais forem, e posteriormente eliminá-los.

Womack e Roos (Womack & Roos, 1990) definiram cinco princípios fundamentais orientados à redução dos desperdícios:

- ✓ Identificar valor: diferenciar atividades que acrescentam valor ao produto e diferenciá-las de desperdícios;
- ✓ Cadeia de Valor: mapear a cadeia de processamento do produto de modo a poder identificar e eliminar desperdícios;
- ✓ Fluxo: trabalhar o produto em cada etapa do seu processo de modo a evitar esperas e obstáculos no processo;
- ✓ Produção puxada: deixar que a produção seja “puxada” pelo cliente, produzir apenas o que é encomendado pelo cliente;
- ✓ Melhoria contínua: existe sempre espaço para melhoria, não há sistemas perfeitos.

3.1.2 Ferramentas

A filosofia *Lean* é utilizada para maximização do valor dos processos e produtos de uma empresa, para isso esta filosofia tem ao seu dispor diversas ferramentas que visam a eliminação dos desperdícios e melhoria contínua. Destas ferramentas, no contexto deste projeto, enquadram-se os 5S e o Estudo de Tempos.

1. 5s

No Japão após a Segunda Guerra Mundial, no momento em que se procuravam métodos para ajudar a reconstruir o país surgiu a ferramenta chamada 5S. Esta ferramenta ganhou este nome devido às iniciais das cinco palavras japonesas, que resumem as cinco etapas desta ferramenta, sendo elas:

- SEIRI (organização) – manter apenas no local de trabalho aquilo que realmente é necessário para as respetivas atividades produtivas;
- SEITON (arrumação) – arrumar e ordenar tudo o que ficou no posto de trabalho por se considerar indispensável;
- SEIZO (limpeza) – tem como objetivo deixar o local de trabalho sempre limpo, assim como os meios de produção associados a este posto de trabalho;
- SEIKETSU (uniformização) – estabelecer normas e instruções para manter a ordem e a limpeza, tornando assim o local de trabalho adequado às atividades desenvolvidas;

- SHITSUKE (disciplina) – manter e respeitar as normas através do treino, empenho e disciplina.

A metodologia 5S tem como objetivo eliminar e corrigir o que de menos positivo se encontra no local de trabalho e, dada a sua enorme dimensão, pode ser usada em qualquer tipo de empresa e em qualquer área de trabalho.

3.2 Tempos e Métodos

Quando falamos em produtividade nas empresas, falamos também no estudo de como as empresas empregam os seus recursos e os rentabilizam. A maximização dos recursos poderá ser realizado por inúmeros meios, como o designado Estudo do Trabalho, que é o termo genericamente utilizado para descrever um conjunto de ferramentas e técnicas de análise aplicados quando estudamos o trabalho efetuado pelo homem, qualquer que seja o seu contexto. Esta análise irá implicar o estudo sistemático de todos os fatores que possam afetar, ou vir afetar, a eficácia, tendo como finalidade uma melhoria do processo.

Na análise e avaliação da eficiência associada à utilização das máquinas e da mão-de-obra é indispensável conhecer-se com detalhe os tempos despendidos por cada recurso. É, também, igualmente importante conhecer as unidades de tempo que se utilizam regularmente, ou seja, as horas-homem e as horas-máquina.

Uma “hora homem” representa o trabalho de um homem durante uma hora, e uma “hora-máquina” representa o trabalho da máquina durante o mesmo período de tempo.

Ao analisar a duração total de uma dada operação considera-se os seguintes tempos, conforme Figura 6:



Figura 6 - Decomposição da duração total de fabricação de um produto

A duração total da operação é dividida entre o tempo inerente ao conteúdo de trabalho total (que é constituído por conteúdo de trabalho fundamental, conteúdo de trabalho suplementar devido a defeitos de conceção do produto A e o conteúdo de trabalho suplementar pelo uso de métodos de execução errados B) e tempo improdutivo total (que é constituído por tempo improdutivo devido a insuficiências da direcção e tempo improdutivo atribuível ao trabalhador).

O conteúdo de trabalho fundamental designa todas as atividades precisamente necessárias à execução da operação que utilizam os métodos de fabricação mais corretos e as máquinas mais adequadas, excluindo todas as atividades que não sejam realmente necessárias para que a operação satisfaça as normas de qualidade e todas as especificações do produto. Resumidamente, pode-se definir Conteúdo Fundamental do Trabalho como sendo o mínimo irredutível de trabalho necessário para a execução correta da operação em causa.

Todas as atividades que não incluem no conceito de Conteúdo Fundamental de Trabalho são considerados como Conteúdo de Trabalho Suplementar.

O estudo de trabalho, ou estudo dos tempos e dos movimentos, centra-se no estudo do contexto do trabalho considerando a otimização dos recursos existentes. Resumidamente, o estudo de trabalho incide sobre as operações, processos e métodos de trabalho existentes, para assim analisar a possibilidade de aumentar a eficácia.

O estudo dos métodos consiste em registar e analisar, de forma crítica e sistemática, os métodos atuais e os previstos para a execução de determinadas atividades. Tem como objetivo geral aperfeiçoar os métodos, no sentido de tornar a sua execução mais cómoda, eficaz e menos onerosa. Os objetivos principais desta técnica, consistem essencialmente em melhorar os processos e métodos de execução; melhorar a implantação e disposição dos postos de trabalho, bem como a conceção das instalações e do material; economizar o esforço humano e diminuir a fadiga inútil; melhorar a utilização do material, das máquinas e da mão-de-obra, e por fim criar condições materiais de trabalho favoráveis.

A medida de trabalho consiste na aplicação de um conjunto de técnicas, tendo por fim determinar o tempo necessário a um trabalhador qualificado para executar uma dada tarefa, com um rendimento bem definido, para assim chegar a uma melhoria de produtividade (Costa & Arezes, 2003).

Para atingir os objetivos é necessário efetuar um estudo com rigor e precisão na coleta e análise dos dados observados.

3.2.1 Medida de trabalho e tempo padrão

Uma das componentes do estudo de trabalho é a medida de trabalho que é o conjunto de procedimentos utilizados para a determinação do tempo necessário, sob certas condições de medição padronizadas, para a realização de tarefas envolvendo atividade humana. O resultado dessa determinação é designada por Tempo-Padrão (TP).

A utilização fundamental do Tempo-Padrão é fornecer à gestão um valor quantitativo que lhe permita determinar os recursos em mão-de-obra que são necessários para executar uma determinada tarefa cujas atividades que devem ser desempenhadas na sua concretização são conhecidas. O TP consiste em um valor numérico que permite quantificar o conteúdo de trabalho de uma dada operação, devidamente descrita e definida com as técnicas adequadas do Estudo dos Métodos. Com o TP é possível determinar os recursos humanos necessários para a execução dessa operação, prever os tempos de execução das tarefas de fabricação e assim planejar devidamente a produção, sendo essencial para a definição de prazos de entrega de encomendas e dos custos de mão-de-obra para orçamentos realistas, para a comparação entre a utilização de mão-de-obra planeada e real.

Resumidamente, se o Estudo dos Métodos tem por objetivo diminuir o conteúdo de trabalho, ou seja, eliminar os movimentos inúteis dos homens e dos materiais e substituir métodos menos adequados por mais eficientes, a Medida de Trabalho tem a finalidade medir o conteúdo de trabalho das operações

através da medição do tempo de execução. Assim consegue-se identificar, reduzir e eliminar, quanto possível, os tempos improdutivos.

O tipo de trabalho a medir condiciona a técnica a utilizar na medida do trabalho. O método escolhido será em função a diversos fatores, como por exemplo, do tipo de atividade (caso o trabalho seja repetitivo de ciclo curto, trabalho sem ciclos repetitivos ou com ciclos muito longos) ou do tempo disponível para efetuar o estudo.

Seguem as principais técnicas usadas na medida do trabalho (Costa & Arezes, 2003):

- Estudo de tempos ou cronometragem: técnica de observação direta intensiva ou contínua, apropriada para tarefas manuais ou semiautomáticas de ciclos curtos e repetitivos;
- Amostragem do trabalho ou sondagem: técnica de observação direta extensiva apropriada para trabalho sem ciclos repetitivos ou com ciclos muito longos;
- Sistemas de tempos predeterminados: tempos de execução de operações repetitivas de ciclo muito curto que não podem ser observadas;
- Sistema de dados de referência ou tempos sintéticos: usada em atividades de longa duração e muitas variáveis.

3.2.2 Estudo de Tempos

Estudo de Tempos é uma técnica de medida do trabalho por observação direta e intensiva, que consiste em registar tempos e condições de execução de uma tarefa e analisar os dados recolhidos para obter o tempo de execução a um nível de rendimento bem definido.

A medição do tempo é feita com cronometragem, onde é observada e classificada o ritmo de trabalho do operador. Também são registados outros fatores como as condições de trabalho, situações irregulares, entre outras, com influência nos tempos de execução.

Existem pré-requisitos fundamentais para conseguir ter sucesso no estudo dos tempos, tais como (Levine, 1997):

1. O método de estudo dos tempos a utilizar deverá ser cuidadosamente escolhido, explicado e consentido pela gestão e pelos trabalhadores da empresa;
2. A precisão pretendida para o estudo deverá ser previamente definida;
3. Os trabalhadores a analisar devem ser seleccionados entre os colaboradores a tempo inteiro da empresa;

4. Os trabalhadores a analisar tem que estar motivados para o sucesso do estudo;
5. O agente de tempos deverá ser qualificado, credível e objetivo;
6. As tolerâncias e correções atribuídas deverão estar corretamente definidas;
7. Os supervisores deverão ter conhecimento detalhado do estudo, antes de este ser explicado a todos os trabalhadores envolvidos.

A atividade deverá ser decomposta em elementos, aos quais é importante escolher, segundo os seguintes critérios (Costa & Arezes, 2003):

- Elemento será cada parte distinta de uma dada atividade ou tarefa, compreendendo um ou vários movimentos fundamentais do executante, ou movimentos da máquina ou das fases do processo;
- Ciclo de trabalho é uma série completa dos elementos necessários para a execução de uma atividade ou tarefa para aquisição de uma unidade de produção. Podem incluir elementos que não acontecem em todos os ciclos.

Os elementos podem ser repetitivos, constantes, variáveis, ocasionais ou estranhos à operação.

Os elementos repetitivos encontram-se em todos os ciclos; os constantes, com características e duração idênticas, encontram-se em uma ou várias operações; os variáveis são os elementos que têm variação do tempo de execução em função das características do produto, material ou processo; os ocasionais podem ou não aparecer a intervalos regulares e os que não forem desta forma designam-se por ocorrências irregulares e existem ainda os elementos estranhos à operação, ou seja os que podem ocorrer durante um estudo, mas sem fazer necessariamente parte da operação.

3.2.3 Cronometragem

Para se proceder a estudos de tempos é necessário ter os materiais necessários para sua execução, tais como o cronómetro e as folhas de observação. Também é útil utilizar uma câmara de vídeo e uma camara fotográfica digital, pois estas são um poderoso meio de registo dos métodos de trabalho e ao mesmo tempo um cronómetro digital de precisão.

Existem vários tipos de cronómetros para cronometragem industrial. Os cronómetros mecânicos distinguem-se em dois modelos principais: os de retorno a zero e partida automática e o cronómetro de leitura contínua. Podem ainda encontrar cronómetros digitais e alguns menos comuns concebidos para aplicações especiais.

O tipo de cronometragem depende do cronómetro utilizado.

Cronômetros mecânicos: existem três tipos de cronometragem principais (os de leitura contínua, de retorno a zero e de leitura fixa).



Figura 7 - Cronômetro Mecânico

Cronômetros eletrônicos digitais: estes cronômetros permitem a leitura com os dígitos fixos, com retorno a zero. Alguns dos modelos permitem memorizar os tempos de diversos elementos sucessivos (Costa & Arezes, 2003).



Figura 8 - Cronômetro Digital

3.2.4 Estudo de tempos por cronometragem

A principal finalidade da cronometragem é a determinação do Tempo Padrão de uma operação através do estudo de tempos cronometrados. A leitura dos tempos é realizada com a utilização de um cronómetro, o qual poderá ou não ser acumulativo. Na cronometragem é determinada a quantidade de tempo necessária para cada operação, através de medições de duração das operações elementares (Xavier & Sena, 2001).

Para se realizar e facilitar um estudo de tempos por cronometragem é necessário ter em atenção um conjunto de etapas, tais como:

1. Obter informações sobre as operações e operadores. É extremamente importante analisar todo o processo a ser medido, tanto pelas operações como pelo operador. O resultado de uma cronometragem é influenciado pela experiência do operador nas operações e a sua padronização, como são realizadas as tarefas, a variabilidade do funcionamento do equipamento e as condições de trabalho se são satisfatórias ou não (Carvalho, 2012).
2. Dividir as operações nos seus elementos e registar uma descrição completa do processo. As operações devem ser divididas em operações elementares (Silva, 2010). Os benefícios das operações elementares permitem ao analista analisar e identificar os erros e a possibilidade desses tempos serem classificados em dados *standards*. Na divisão das operações em operações elementares convém que não exista uma duração tao curta que não permita a sua medição e, também, que não exista uma duração longa para que não provoquem variabilidade alta. As operações realizadas pelo operador devem ser separadas das operações realizadas pela máquina. Em caso de existirem operações constantes, estas devem ser diferenciadas das operações variáveis e devem ser garantidos os seus pontos de medida, visuais ou de ruído. O início e o fim das operações elementares devem ser facilmente identificáveis (Carvalho, 2012).
3. Observar e registar o tempo do operador nas operações elementares. As observações e os registos de medições podem ser efetuadas de duas formas: através de leitura continua ou de uma leitura repetitiva. Na leitura contínua, o cronómetro começa a sua contagem no início da primeira operação e regista-se o tempo no fim de cada operação. A duração de cada operação é obtida pelo tempo total do seu término, subtraído pelo tempo final da operação anterior. Na leitura repetitiva, no fim de cada operação o cronómetro reinicia a cronometragem, ou seja,

retorna a zero, obtendo-se assim o valor para a duração total da operação cronometrada. Os resultados devem ser registados em formulários específicos (Carvalho, 2012).

4. Determinação do número de ciclos a serem cronometrados. Ao efetuarmos um estudo de tempos verificamos que existem sempre diferenças nos tempos lidos para o mesmo elemento, mesmo que o operador tente manter um ritmo constante. Esta variabilidade pode levantar dúvidas quanto à fiabilidade das medições feitas, que fazem questionar sobre o fato de serem ou não representativas do mais correto tempo elementar, conduzindo à tentação de obter uma amostra grande. Esse aumento da amostra levaria uma precisão elevada. Como o estudo de tempos exige tempo e o tempo custa dinheiro, há maior interesse em minimizar a duração do estudo de cada atividade. Para isso, é necessário determinar o número mínimo de observações a efetuar, de forma a obter uma amostra representativa.

O problema consiste em estimar o tempo médio de cada elemento com um dado nível de confiança e uma dada precisão ϵ , para que esse tempo esteja situado no mais verdadeiro tempo elementar.

Esta estimativa depende de dois fatores, da variabilidade das observações que é determinada por uma medida estatística de dispersão, o desvio-padrão, ou pela amplitude de intervalo de variação e pelo número, N, de observações efetuadas.

A Distribuição Normal é utilizada para calcular o número de ciclos, sendo habitualmente utilizado um intervalo de confiança de 95%.

A fórmula que se segue permite determinar o número de ciclos a medir (Carvalho, 2012):

$$N = ((Z \times \sigma) \div (A \times X'))^2 \quad [1]$$

Sendo,

N – Número de ciclos a efetuar;

Z – Valor da curva normal determinada pelo grau de confiança pretendida para o estudo;

σ – Desvio padrão das observações já cronometradas;

A – Precisão pretendida para o resultado final;

X' – Valor médio das observações cronometradas.

O valor Z da curva normal, determinada pelo grau de confiança pretendida que é 95%, é de 1,96 e pode ser obtido através da tabela da distribuição normal calculado primeiramente pelo cumulativo através da equação (Carvalho, 2012):

$$Z \rightarrow 1 - \frac{(1-0,95)}{2} = 0,975 \quad [2]$$

O desvio padrão das observações cronometradas σ é calculado pela fórmula (Carvalho, 2012):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}} \quad [3]$$

Sendo,

σ – Desvio padrão das observações já cronometradas;

n – Número de ciclos cronometrados;

X_i – Valor cronometrado em cada ciclo.

5. Avaliar o rendimento do operador. O tempo para a execução de uma determinada tarefa pode variar muito. Mesmo com o mesmo método de trabalho, procedimento, utilização dos mesmos meios de produção e materiais e mesmas condições de trabalho, diferentes colaboradores necessitam de tempos diferentes para executarem a mesma tarefa. Assim, a cada operação realizada deve ser atribuído um rendimento em percentagem que relaciona o ritmo de trabalho do operador com um ritmo de um operador normal. Quando um trabalhador desempenha as operações a um ritmo normal é atribuído um rendimento de 100%, caso as desempenhe a um ritmo inferior ou superior é atribuído uma percentagem inferior ao superior ao normal. Um ritmo considerado de normal, é aquele cujo permite ao operador efetuar todas as operações sem nenhum cansaço excessivo (Carvalho, 2012).
6. Determinação do Tempo de Ciclo (Tz): representa o tempo médio para o operador executar as operações, a sua fórmula é (Carvalho, 2012):

$$Tz = \frac{\sum Tz}{n^{\circ} \text{ de cronometragens}} \quad [4]$$

7. Determinar correções: trata-se de correções que se acrescentam ao tempo normal com o intuito de dar ao operador a possibilidade de recompor os efeitos fisiológicos e psicológicos na realização de uma tarefa em determinadas condições, tendo em conta também das suas necessidades pessoais.

As correções para a fadiga aplica-se para compensar a energia despendida na execução do trabalho e avaliar a monotonia.

8. Determinar o Tempo Padrão: o valor do Tempo Padrão corresponde à quantidade de tempo necessário para a realização de uma operação específica, por um operador com um determinado método de trabalho.

A tarefa de *setup* da entidade organizacional em causa, é constituída por subtarefas realizadas pelo Homem e por subtarefas realizadas pela Máquina. Consequentemente, o Tempo Padrão de Setup é calculado com base na seguinte fórmula, adaptada da fórmula teórica geral de Tempo Padrão (Costa & Arezes, 2003):

$$TP_{total\ de\ setup} = \sum TP_i(Homem) + \sum TP_i(Máquina) \quad [5]$$

$$TP_i(Homem) = (TO \times \frac{\overline{FA}_i}{AR}) \times (1 + \sum C_i) \quad [6]$$

$$TP_i(Máquina) = TO \quad [7]$$

Sendo,

TO – é o tempo cronometrado;

\overline{FA}_i – é o fator de atividade médio relativo à operação i;

AR – é a atividade de referência (em geral, AR=100);

$\sum C_i$ – é o somatório da correção considerado neste estudo, a fadiga.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE 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 elevados detalhes que têm que ter em consideração.

Neste capítulo é feita uma descrição geral do processo produtivo da empresa, apresentando o *layout* do sistema produtivo da Continental Mabor e descrito o que constitui cada um dos departamentos.

Em seguida, será feita uma análise do processo de Extrusão. Inicialmente é apresentado o funcionamento de uma linha de extrusão de pisos e de seguida é examinado o estado atual deste processo, incidindo, no Tempo Padrão e nas perturbações da linha.

4.1 Descrição Geral do Processo Produtivo

O processo de fabrico da Continental Mabor está dividido em cinco fases essenciais, asseguradas pelos respetivos departamentos, que constituem as grandes etapas para a produção do pneu (Figura 9).

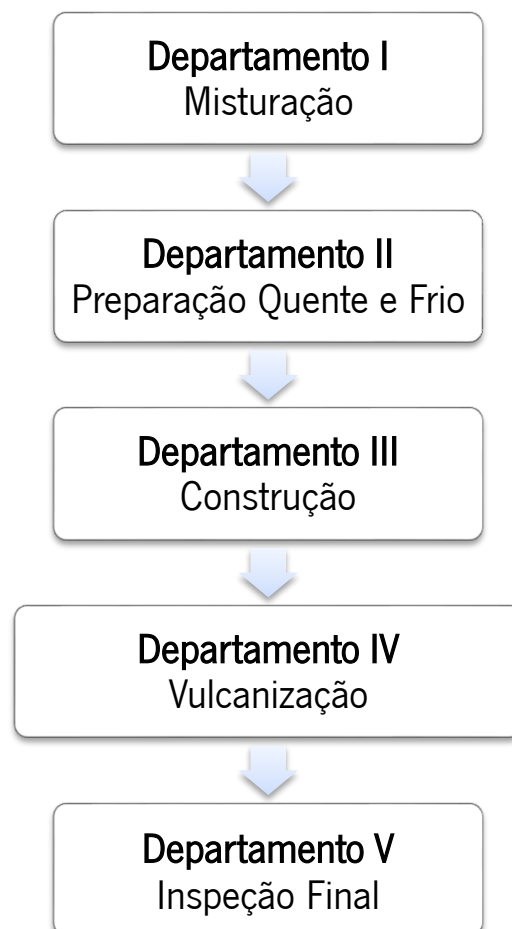


Figura 9 - Cinco departamentos que constituem o processo produtivo da Continental Mabor

4.1.1 Departamento I – Misturação

O Departamento I ou Departamento da Misturação trata-se do início do processo produtivo, 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*” (misturadoras para produção de borracha intermédia) e “*finais*” (misturadora para a produção de borracha final), a borracha possa passar para a fase seguinte.

4.1.2 Departamento II – Preparação Quente

O Departamento II ou da Preparação é responsável por fabricar alguns dos componentes que constituem o pneu. Os materiais que abastecem este departamento vêm da misturação, as mesas de borracha. Estes materiais dependendo do componente a produzir, são processados em extrusoras, CT'S e Apex's assim resultam desta fase os pisos e paredes, talões e as cunhas, respetivamente, que seguem depois em diferentes carros de transporte para a área de construção.

4.1.3 Departamento II – Preparação Frio

Nesta fase são feitos o resto dos componentes para formar o Pneu, sendo eles as telas têxteis e metálicas, os respetivos reforços e a camada interna. As Calandras e as *Innerliner* que são as máquinas de corte têxtil e metálico responsáveis pela preparação destes materiais, que também seguem depois em diferentes tipos de carros de transporte para a área de construção.

4.1.4 Departamento III – Construção

Todos os componentes fabricados no departamento anterior são montados nos chamados módulos de construção (KM-PU), ficando pronto o “pneu em cru” ou “pneu em verde”, em que uma parte do módulo é utilizada para a construção da carcaça do pneu (KM) e a outra parte (PU), junta à carcaça os *Breakers* ou telas metálicas, as telas têxteis e o piso.

4.1.5 Departamento IV – Vulcanização

Os Pneus em Cru deixam os módulos de construção através de transportadores automáticos (GTC) e são levados às cabines de pintura para serem pintados interiormente, sendo que quatro em cada doze

ou seis em cada vinte são pintados. 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, onde os moldes dão o aspeto final do pneu.

4.1.6 Departamento V – Inspeção Final

Depois da Vulcanização, os pneus seguem para a Inspeção Final através de transportadores automáticos, onde são feitas as verificações visuais e ensaios necessários para garantir todos os requisitos de qualidade do pneu. Após esta fase, os pneus seguem para o armazém do produto acabado, colocado em paletes metálicas e transportado por um transportador.



Figura 10 - Inspeção Visual

No Anexo C encontra-se de forma sucinta o Processo Produtivo da Continental Mabor.

4.2 Análise do Processo de Extrusão de Pisos

O processo de extrusão está situado no Departamento II – Preparação Quente. Este é composto por extrusão de pisos, área analisada no âmbito deste trabalho, e de paredes.

A área de Extrusão é composta por seis linhas, sendo estas as seguintes: a linha de extrusão 1 (E01) que só produz paredes, linha de extrusão 2 (E02) que produz paredes e pisos, linhas de extrusão 3 (E03), 4 (E04), 5 (E05) e 6 (E06) que apenas produzem pisos.

O presente trabalho incidiu-se no estudo do tempo de *setup* na extrusão de pisos, principalmente para as extrusoras E03, E04, E05 e E06.

Antes de explicar o processo de extrusão, é importante saber o que este produz.

4.2.1 Piso

Entende-se por piso 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. Obtém-se a faixa de borracha ao introduzir três tipos de compostos, sendo eles base, capa e extremo ou *shoulder* numa extrusora que força a passagem dos mesmos por uma fiação (ranhura com a forma desejada), atribuindo-lhe a forma pretendida (Salgueiro, 2012).

Estes diferentes compostos têm diferentes funções: a capa tem função oferecer aderência em todas as superfícies de estrada, estabilidade direcional e resistência ao desgaste; a base reduz o atrito ao rodar e os danos provocados no revestimento e por último o extremo assegura uma ótima transição entre o piso e a parte lateral.



Figura 11 – Piso (Continental, 2016)

4.2.2 Funcionamento da Extrusora de Pisos

Na Continental Mabor existem dois tipos de extrusora triplex e quadriplex, sendo que a única diferença entre elas é apenas na quantidade de extrusoras. As extrusoras quadriplex são E04 e a E05 e as restantes são triplex, sendo que esta diferença garante à linha de extrusão quadriplex maior capacidade, ou seja, assegura um maior output de borracha.

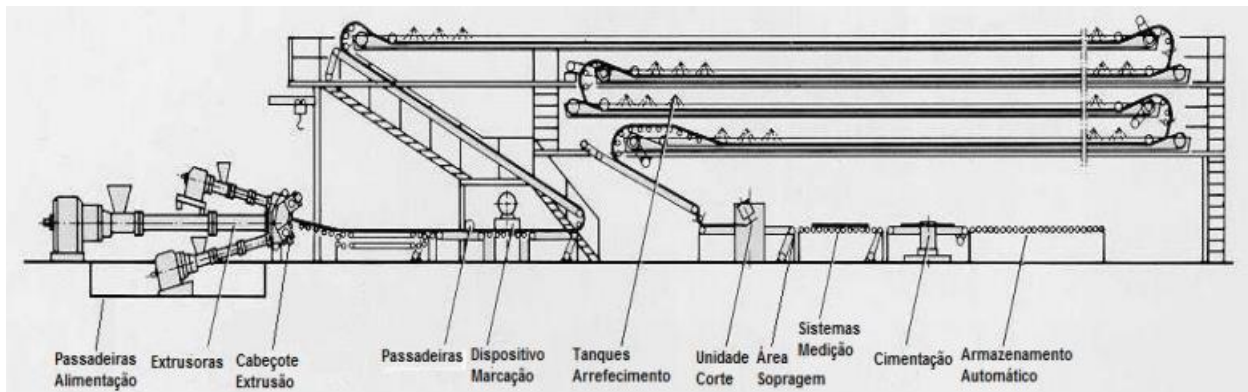


Figura 12 - Linha de Extrusão Triplex (Continental,2012)

Analisando a Figura 12, verifica-se que a linha de extrusão de pisos é constituída por passadeiras de alimentação, extrusoras, cabeçote de extrusão, passadeiras, dispositivo de marcação, tanques de arrefecimento, unidade de corte, área de sopragem, sistema de medição, cimentação e armazenamento automático.

Uma extrusora é um equipamento utilizado para atribuir 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), responsável pela forma à saída da extrusora. O processo inclui também uma pré-fieira colocada antes da fieira.

De forma genérica, os compostos são colocados na tremonha (abertura de alimentação), um rolo vai pressionar a folha do composto contra o parafuso para que não se solte, garantindo um ritmo de alimentação constante. O composto entra em contacto com o parafuso sem-fim, onde é aquecido, e é empurrado contra as paredes no sentido de saída. O parafuso sem-fim possui espaçamentos entre garras, daí a utilização pinos, onde há homogeneização do composto, até que a borracha chega aos canais que corresponde ao fim do parafuso e início do cabeçote de extrusão.

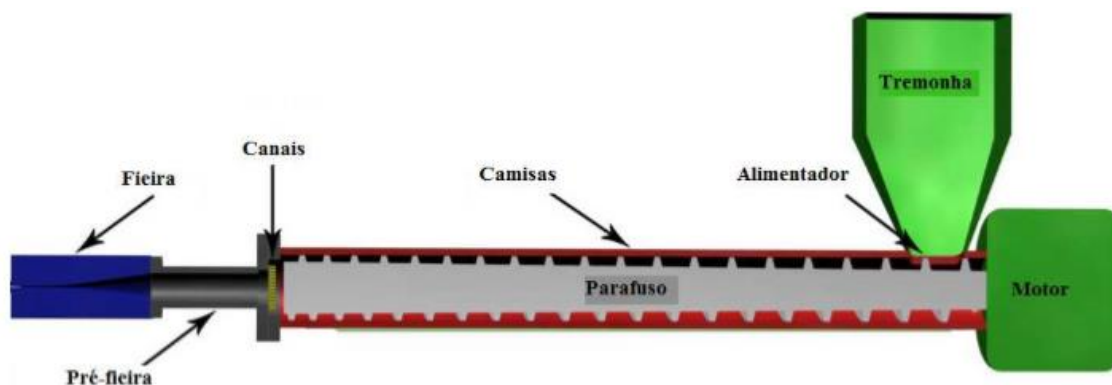


Figura 13 - Componentes do interior de uma Extrusora

Resumidamente o processo de extrusão de pisos, passa pelos seguintes processos:

Alimentação e preparação: as extremidades da folha de borracha são colocadas nas tremonhas por um operador. As passadeiras de alimentação garantem que os compostos entrem corretamente na extrusora com o suporte de detetores de metais, que localizam pequenos objetos metálicos dentro da borracha que danificam o equipamento, tanto na entrada da borracha como no final. O detetor de metais final localiza todos os metais que o primeiro detetor pudesse deixar, sendo que as de dimensões inferiores a 3mm podem não trazer problemas para as extrusoras, no entanto, quando visualizados os pisos serão rejeitados. As passadeiras tem um suporte automático onde consta a necessidade de mover a passadeira ou de avisar o operador de falta de borracha a entrar na tremonha por sinal sonoro. Cada composto é colocado em passadeiras diferentes e utiliza uma extrusora diferente.



Figura 14 - Passadeira de Alimentação

Extrusora: parafuso sem-fim que encarrega de transportar o composto, aquecer e homogeneizá-lo até à fieira de modo a adquirir um estado plástico, para facilitar a sua extrusão.

O processo é semelhante para os três compostos que constituem o piso, que só entram em contacto, entre si, na zona da fieira.

A zona de saída é composta por uma pré-fieira e uma fieira, sendo estas responsáveis pela forma do piso à saída da extrusora. As dimensões da abertura da fieira são sempre inferiores às pretendidas, isto porque a borracha aumenta de volume quando não está submetida a pressão.



Figura 15 - Saída da Extrusora

Identificação dos Pisos: após a saída do cabeçote da extrusão, o material é identificado com linhas coloridas através de um dispositivo de marcação para sua identificação, conforme indicado na sua receita.



Figura 16 - Identificação dos pisos com linhas coloridas

Tanques de Arrefecimento: o piso entra em tanques de água para ser arrefecido, de modo adquirir a consistência ideal para as futuras operações.



Figura 17 - Tanques de Arrefecimento

Unidade de Corte: constituída por uma lâmina de corte, com refrigeração a água, que confere as dimensões pré-definidas ao piso.



Figura 18 - Lâmina de Corte

Secagem: esta secção tem como objetivo secar o piso para evitar que sigam para a construção com água ou húmidos, o que dificulta a adesão aos restantes componentes na construção e provocar a separação no pneu após vulcanização.



Figura 19 – Secagem

Controlador de dimensões: nesta secção é feita um controlo de qualidade ao piso por um equipamento de medição, para conferir as especificações técnicas, comprimento, largura e massa.



Figura 20- Sistema de medição automático

Armazenamento automático: executado por um robô, coloca o piso nas prateleiras do carro com a base voltada para cima. Caso houver algum problema com o robô, o armazenamento é feito pelo operador (Salgueiro, 2012).



Figura 21 - Robô de Armazenamento

4.2.3 *Workoff*

Workoff são todos os pisos não conformes. Os pisos de *Workoff* gerados vão para uma mesa em frente ao armazenamento automático, onde são colocados devidamente nas mesas específicas de cada composto de capa utilizado, para um futuro reaproveitamento na Misturação.

O *Workoff* é gerado no *Setup* de mudança de produto, mas também pode ocorrer quando existem problemas durante uma corrida, nomeadamente risco no piso, problemas no robô de armazenamento, dimensões fora das especificadas, encravamentos, entre outras.

O *Setup* é o início de produção de uma nova medida, em que são efetuadas diversas operações pelo operador, dependendo da mudança de produto.

O Departamento da Construção também pode detetar *Workoff*, quando um operador, por uma inspeção visual ao piso, verificar que este não está em conformidade. A sua rejeição pode por vezes ser relacionada com a qualidade do material, já que, quando os pisos são armazenados nos carros pelo robô automático, não existe uma verificação pormenorizada para ver se estes estão em conformidade. Os pisos não conformes são entregues na extrusora que os produziu para o operador colocar na respetiva mesa de *Workflow*.

5. DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo será apresentada, tendo em conta os dados recolhidos, a situação atual da extrusão de pisos nas Extrusoras E03, E04, E05 e E06, tanto em nível de *Setup* como também de perturbações à corrida.

5.1 5S's

Conforme explicado no subcapítulo 5.1.2 -1, a filosofia 5S tem origem japonesa e tem como objetivo eliminar os desperdícios, limpeza, organização e identificação das ferramentas do local de trabalho.

O estudo dos 5S's foi aplicado na mesa de ferramentas da área de extrusão, na extrusora E03, pelo facto de esta se encontrar em um estado de não organização, o que levava a um desperdício de tempo à procura de ferramentas para a realização do setup.



Figura 22 - Mesa Ferramentas - Antes

A implementação dessa filosofia implicou organizar e standardizar o local de colocação de ferramentas de trabalho dos operadores, sendo este desenhado no topo da mesa, recorrendo a um pequeno desnível, conforme a estrutura da ferramenta, como se pode verificar na Figura 23 e Figura 24.



Figura 23 - Mesa Ferramentas Depois (1)



Figura 24 - Mesa Ferramentas Depois (2)

Assim, evitou-se a perda de tempo por parte do operador a procurar a ferramenta necessária à realização do *setup*, contribuindo desta forma para a otimização do tempo.

5.2 Análises dos Desperdícios

Conforme foi mencionado no subcapítulo 2.1.1, o desperdício é toda a atividade que consome recursos e não acrescenta valor, nem são pagas pelo cliente, sendo que estas atividades não são diretamente necessárias à produção do produto final.

Quando há uma interrupção ao funcionamento normal do posto de trabalho ou equipamento, tem o nome de perturbação, ou seja, uma perturbação é um acontecimento que afeta a atividade normal do operador, sendo que este pode ter como consequência a necessidade de parar o equipamento, originando desta forma o desperdício.

Relativamente às extrusoras que foram analisadas, existem diversos tipos de perturbações, que foram analisadas recorrendo a um diagrama de Causa-Efeito ou *Ishikawa*, Figura 25.

O Diagrama de Causa-Efeito, também conhecido como “Espinha de Peixe” ou como diagrama de *Ishikawa*, em homenagem ao seu autor, Dr. *Kaoru Ishikawa*, serve para perceção das relações entre causas e efeitos que intervêm em qualquer processo.

O seu método passa por apresentar as causas ou fatores como setas que concorrem para o efeito que está a ser estudado, colocando numa das extremidades o problema em questão. As causas ou fatores complexos podem ser decompostos em seus mínimos detalhes.

Para a discussão das causas e dos fatores inerentes ao problema em estudo, utiliza-se o método *Brainstorming*, ou seja, uma discussão em grupo, onde se investiga e determina as causas que tem influência direta no problema. E por último analisar cautelosamente todas as causas encontradas, agrupando-as por categoria ou pelos cinco grandes grupos de fatores (5 M's), sendo eles Métodos, Mão-de-obra, Material, Máquina e Meio Ambiente.

A Figura 25 ilustra o Diagrama de “Espinha de Peixe” para as perturbações que causam problemas de *Workoffe* e de paragem de máquina.

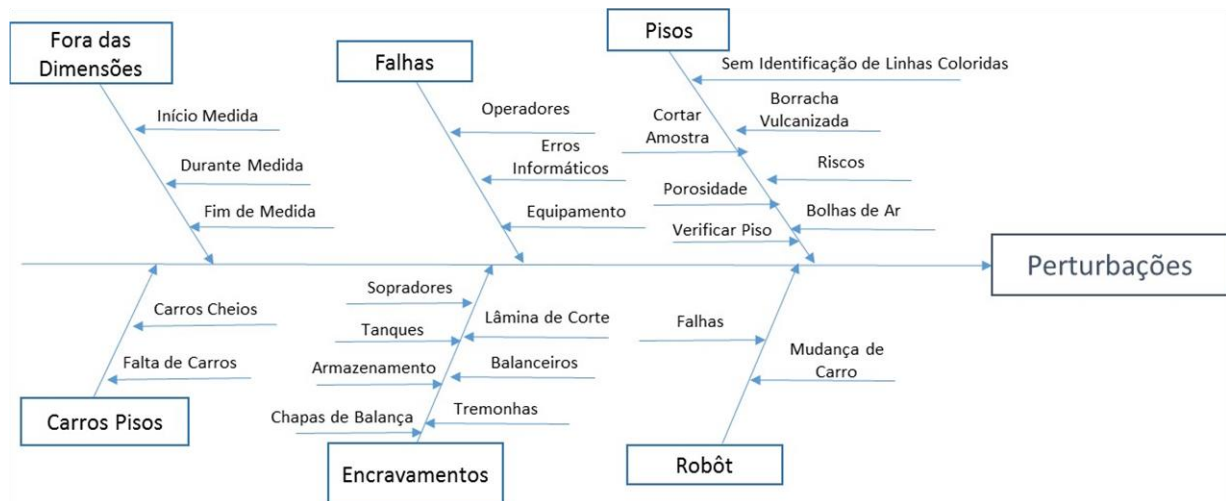


Figura 25 - Diagrama Causa-Efeito

Pela análise do Diagrama Causa Efeito, as principais causas que fazem parar a extrusora são as falhas, os pisos e os encravamentos, e as restantes são as que originam o *Workoff*. As características do robot estão todas ao mesmo nível de detalhe.

Na análise do Diagrama de Causa-Efeito verifica-se que existem seis itens que provocam perturbações, sendo eles:

- **Fora das Dimensões:** são controladas automaticamente pelo equipamento de medição, sendo que os pisos são rejeitados quando as suas dimensões não estão em conformidade com o especificado na receita do produto (peso e largura);
- **Falhas:** estão relacionadas com as avarias do equipamento, tanto mecânicas como elétricas, problemas informáticos (*software*) e erros causados pelos operadores;
- **Pisos (Conformidade do Material):** abrange problemas relativos com a qualidade dos pisos, nomeadamente, aparecimento de porosidade, grumos vulcanizados e riscos;
- **Carros de Pisos (Armazenamento):** um carro de pisos tem a capacidade máxima de 100 unidades. Quando o operador excede a quantidade de pisos previamente planeada, o excesso é rejeitado. Também neste grupo, deteta-se a falta de meios de armazenamento.
- **Encravamentos:** existem sete locais onde os encravamentos acontecem com maior frequência, sendo eles nas tremonhas, nos balanceiros, nos sopradores, na lâmina de corte, na balança, nos tanques de arrefecimento e na zona de armazenamento.

- **Robôt (Carregamento automático):** falhas na transferência da linha de extrusão para o carro de pisos.

Pela análise do Diagrama Causa Efeito, as principais causas que fazem parar a extrusora são as falhas, os pisos e os encraves, e as restantes são as que originam o Workoff.

Segue-se uma análise efetuada às perturbações que prejudicam a produção de pisos nas extrusoras E03, E04, E05 e E06, ao nível do seu impacto no tempo total de trabalho.

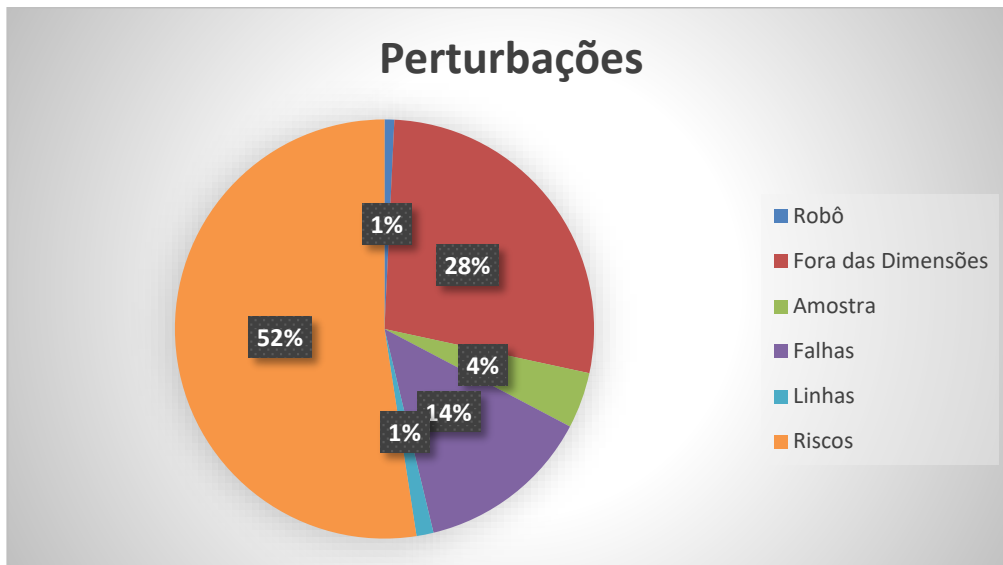


Gráfico 1 - Perturbações E03

Pela análise do Gráfico 1, na extrusora E03, verifica-se que a perturbação de riscos no piso tem um impacto de 52% na produção e as perturbações Robô e Linhas, tem um impacto insignificante, de 1%.

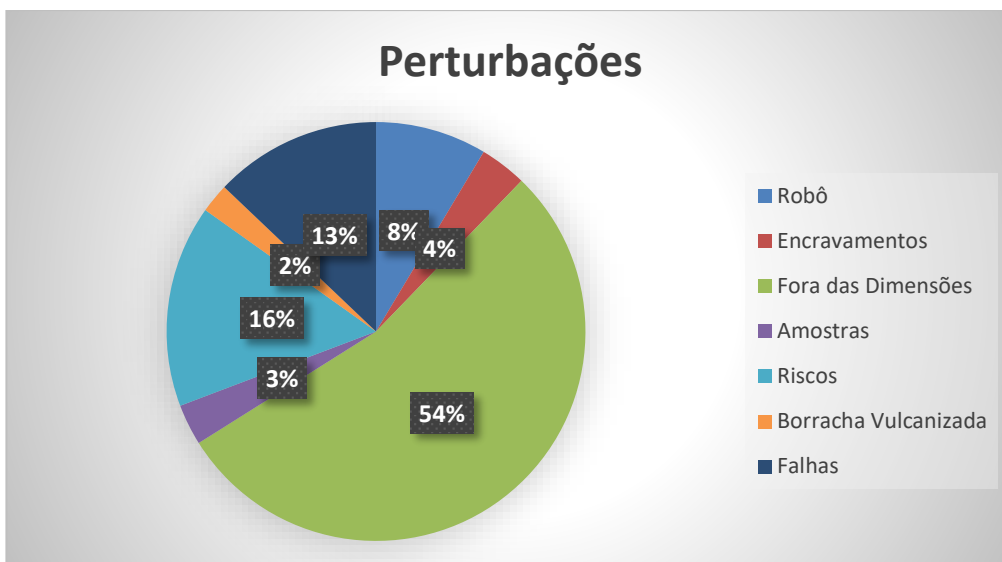


Gráfico 2 - Perturbações E04

Na extrusora E04 (Gráfico 2), a perturbação Fora das Dimensões representa 54% do conjunto das perturbações que afetam a produção, sendo as Amostras, a perturbação com menor importância.

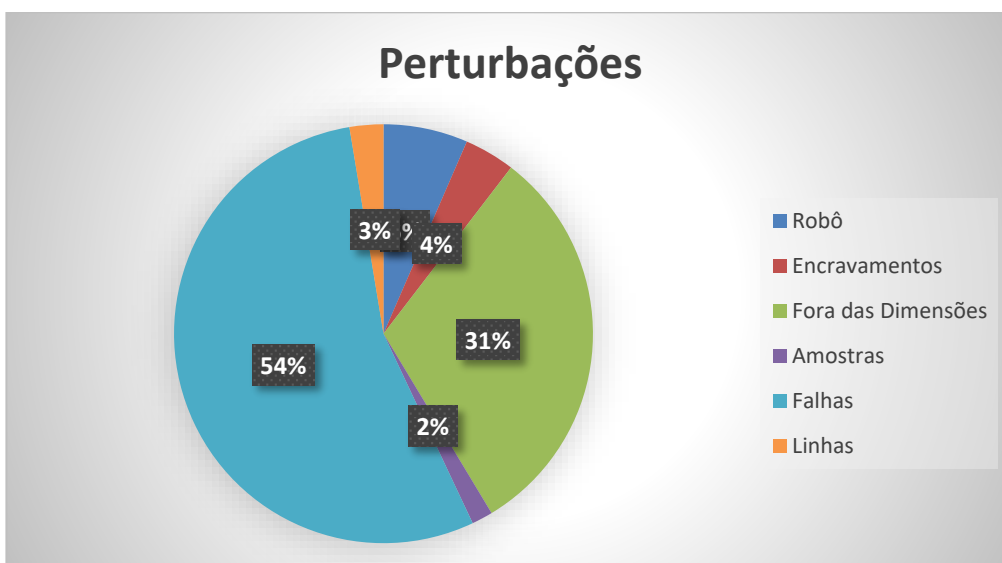


Gráfico 3 - Perturbações E05

A perturbação Falhas representam 54% do conjunto das perturbações que prejudicam a produção na extrusora E05 e as Amostras apenas 2%, sendo esta de menor relevância.

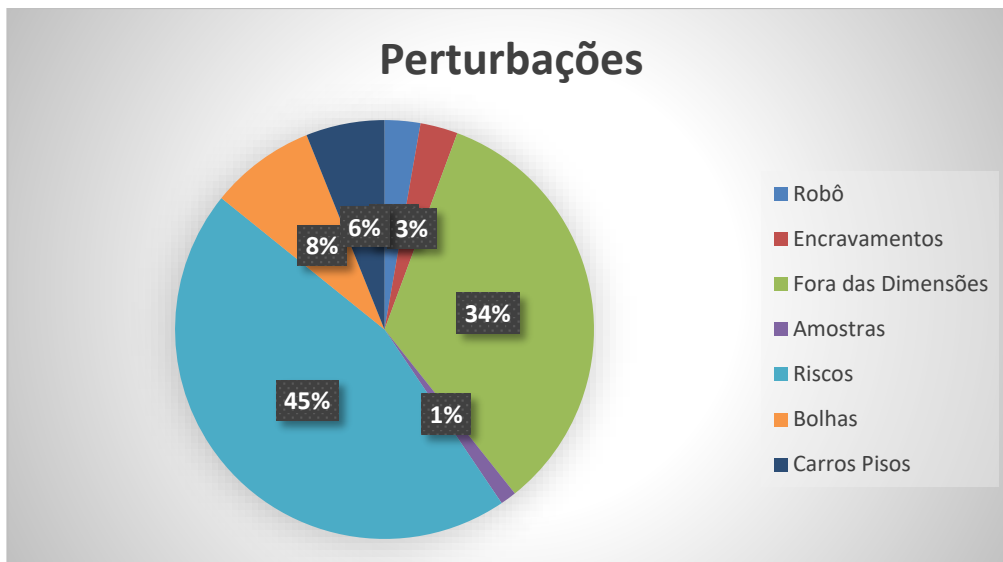


Gráfico 4 - Perturbações E06

Em relação às perturbações da extrusora E06 (Gráfico 4), a perturbação Riscos tem um impacto de 45%, no tempo de produção e a perturbação Amostras apenas de 1%.

Em Suma, as perturbações Riscos, Falhas e Fora das Dimensões, são as principais causas de paragem das extrusoras referidas anteriormente, com maior impacto na produção de pisos.

5.3 Estudo de Tempos de *Setups*

Setup é definido como sendo um conjunto de procedimentos necessários na preparação dos equipamentos para se mudar de um tipo de produto para outro. O tempo de *Setup* é então o tempo que demora efetuar os procedimentos necessários para a mudança de produto.

Na Extrusão de Pisos há quatro tipos de mudança de produto, sendo eles:

- Mudança de Linhas Coloridas: neste *Setup* há apenas mudança de linhas coloridas no piso, sendo a fieira e pré-fieira e os compostos iguais;
- Mudança de Pré-Fieira e Fieira: há apenas mudança de fieira e pré-fieira, ou seja, o que dá forma ao piso, e também de linhas coloridas, continuando os compostos a serem os mesmos;
- Mudança de Capa: altera-se o composto da capa, fieira e pré-fieira e linhas coloridas;
- Mudança de Base e Capa: altera-se tudo, nomeadamente linhas, fieira e pré-fieira, capa e base.

Para cada tipo de *Setup* há diferentes etapas relativas nas linhas de extrusão de pisos.

- Mudança de Linhas Coloridas: é o tempo apenas de mudança de identificador de tinta, no qual param a extrusora para haver mudança de medida. A única modificação são as linhas coloridas

que identificam o piso. Esta é dividida em três etapas: Fim da Medida A, tempo de Espera e o Início da Medida B. O Fim da Medida A corresponde ao tempo que demora o primeiro piso não conforme e o último piso da corrida. O tempo de espera corresponde ao tempo que não passa nenhum piso, sendo este tempo o considerado para alterar o identificador de pisos. E por último o Início da Medida B é quando o operador arranca novamente com a extrusora, dá-se o primeiro piso não conforme até ao primeiro piso bom.

- Mudança de Pré-Fieira e Fieira: esta é dividida em três etapas: Fim da Medida A, tempo de Espera e o Início da Medida B. O Fim da Medida A corresponde ao tempo que demora o primeiro piso não conforme e o último piso da corrida. O tempo de espera corresponde ao tempo que não passa nenhum piso, sendo este tempo o considerado para o operador trocar a pré-fieira e fieira da extrusora. E por último o Início da Medida B é quando o operador arranca novamente com a extrusora, dá-se o primeiro piso não conforme até ao primeiro piso bom.

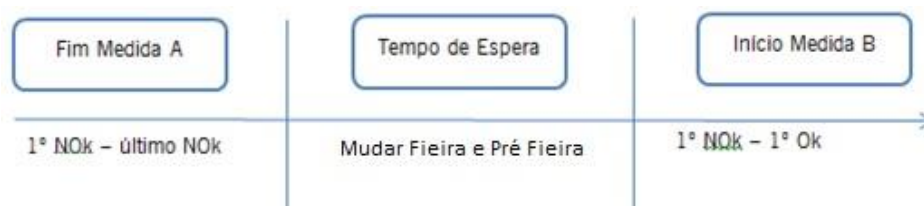


Figura 26 - Mudança de Fieira

- Mudança de Capa: composto por cinco etapas, sendo elas Fim da Medida A primeiro piso não conforme até primeiro piso IPOC, Tempo de IPOC que é o tempo de pisos não conformes e sem extremos, Tempo de Espera que é o tempo que não há passagem de pisos, corresponde ao tempo em que o operador está a mudar o composto, fieira e pré-fieira e linhas colorida, Tempo de IPOC que é o tempo em que sai primeiro piso IPOC até último e por último o início da medida B que é o tempo de passar primeiro piso não conforme até ao piso conforme.

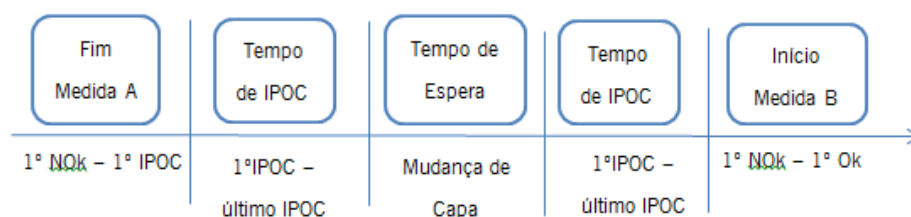


Figura 27 - Setup Mudança de Capa

- Mudança de Base e Capa: esta melhoria foi implementada recentemente e é composta por sete etapas. Sendo elas Fim da Medida A primeiro piso não conforme até primeiro piso IPOC, Tempo de IPOC que é o tempo de pisos não conformes e sem extremos, a seguir temos o Tempo de Espera pelo composto de mudança de base, em que o equipamento está a extrair base até haver um sinal sonoro para parar, tempo de passar o composto, tempo de espera que não há passagem de pisos, corresponde ao tempo em que o operador está a mudar fieira e pré-fieira e linhas colorida, Tempo de IPOC que é o tempo em que sai primeiro piso IPOC até último e finalmente, o início da medida B que é o tempo de passar primeiro piso não conforme até ao piso conforme (Figura 24).

A diferença entre este *setup* com o de mudança de Capa é que neste o operador tem que limpar os restos de composto base da extrusora, ou seja, há um tempo que a extrusora está apenas a extrair base, até que haja um sinal sonoro para parar.

O processo anterior utilizado era que o composto da mudança de base, ou seja, quando a extrusora apenas extraia base, o operador colocava a base numa mesa própria para o composto arrefecer e ser transportado para o Departamento I para ser novamente reprocessado. A melhoria foi colocar o composto base a percorrer a linha para assim o arrefecimento ser imediato e existir uma melhoria no composto para não queimar, reduzindo o *Scrap* e ocupação do homem por não ter a necessidade de se deslocar ao moinho levar o composto base.

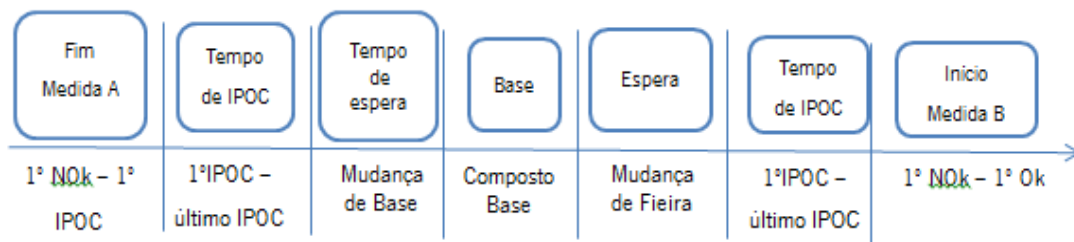


Figura 28 - Setup Mudança de Base

Como se pode verificar na Figura 29 o Piso IPOC é diferente de um piso normal, pois não tem extremos.



Figura 29 - Piso IPOC

5.3.1 Caso de Estudo – Tempo Padrão de Setup

Para o caso de estudo recorreu-se a cronometragens de retorno a zero, durante as quais foram sendo registados os tempos de *setup*. Com os esses dados, criou-se uma folha de registo de tempos, com uma amostra de 15 cronometragens, não cíclicas devido às circunstâncias laborais de estágio, não sendo assim possível recolher dados cíclicos por extrusoras. Consoante, o tipo de *setup*, dividiu-se o processo de *setup*, em várias fases e afetou-se o rendimento e a fadiga, apenas às fases que há intervenção do Homem. Foram eliminados alguns tempos, devido ao fato de serem *outliers*, não representativos das amostras e validou-se os tempos cronometrados por ciclo.

Segue-se as cronometragens efetuadas para a extrusora E03, para os três tipos de *setup*, o *setup* de feira, o *setup* de mudança de capa e o por último o *setup* de mudança de base e capa. As cronometragens para as restantes extrusoras, estão em ilustradas no anexo Anexo D – Folha de Registo de Cronometragens para o Tempo Padrão de Setup.

Tabela 1 Folha de Registo de Cronometragens para Setup de mudança de Feira – E03

Extrusora E03															Fator Fadiga	FIEIRA				
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14	15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$
		m_z																\bar{t}_i		
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	15	9	12	11	8	8	2	8	10	6	5	6	14	117	15		9,21	
2	Espera	L	80%	80%	80%	80%	80%	80%	90%	90%	80%	80%	80%	80%	80%	70%	85%	6%	81%	
		t_i	203	149	195	445	519	213	188	195	219	118	215	316	545	278	200		246,64	
3	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	59	39	34	35	7	83	109	122	53	60	65	106	76	64	62		69,07	
n= 12	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z	277	197	241	491		304	299	325	282	184	285	428			277	$\sum t_z =$	3 590	
$\frac{\sum tz}{n} =$	299	Amplitude por ciclo R_z	294			141			151						$\sum R_z =$	586	TP =	290,24		
$\frac{\sum Rz}{K} =$	195	$z = 153,2$	$\epsilon = 5,00\%$	$s^2 = 6 888$	$\sigma = 86,68$	$v = 28,97$	$Z = 1,96$	$N = 129$												
																		TP (em min)	4,84	

Na Tabela 1, mostra a cronometragem efetuada para os tempos de *setup* do tipo feira para a extrusora E03, com três fases de processo, sendo apenas a fase de espera afetada pelo rendimento e pela fadiga, as restantes são fases efetuadas pela máquina sem intervenção do Homem. Foram retirados três tempos, um em cada fase, por serem *outliers*, e obteve-se um tempo padrão de 4,84 minutos. Verificou-se que a amostra não é representativa, sendo necessário um N de 129 amostras.

A fadiga foi calculada conforme cálculo apresentado pela empresa (Anexo E – Folha de Cálculo para fadiga), considerando (Tabela 2):

Tabela 2 - Cálculo da Percentagem Fadiga

FADIGA	
1 - Esforço Físico	1,00 %
2 - Esforço Mental	1,00 %
3 - Ambiente	3,00 %
6 %	

O Esforço Físico do operador foi considerado de Baixo (<4000kg) e Ergonómico, o Esforço Mental foi considerado de Baixo e por último o ambiente foi considerado de alto, pois é uma zona de calor.

Tabela 3 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de mudança de Capa – E03

Extrusora E03																	Fator Fadiga	CAPA		
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$
		m_z																\bar{t}_i		
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	24	28	30	20	13	4	21	7	10	8	10	21	5	6	13		14,67	14,67
2	Do 1º não conforme com IPOC até ao último piso	t_i	57	31	30	31	34	31	20	35	26	35	35	38	37	31	29		33,33	33,33
3	Espera	L	65%	100%	100%	100%	100%	70%	80%	75%	100%	100%	50%	93%	66%	80%	85%	6%	87%	241,09
		t_i	353	218	194	188	209	322	272	316	189	230	719	246	380	275	280		262,29	
4	Do 1º piso com IPOC até ao último piso com IPOC	t_i	10	43	39	46	44	25	33	26	38	45	57	50	40	20	23		35,93	35,93
5	Do 1º piso não conforme sem IPOC até ao último piso não conforme sem IPOC	t_i	90	15	51	31	20	57	95	101	120	5	199	122	42	55	15		67,87	67,87
n= 14	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z		534	335	344	316	320	439	441	485	383	323		477	504	387	360	$\sum tz = 5648$	TP = 392,89
$\frac{\sum tz}{n} = 403$		Amplitude por ciclo Rz		218				162				144				$\sum Rz = 524$				
$\frac{\sum Rz}{K} = 175$		$z = 231$		$\epsilon = 5,00\%$		$s^2 = 5269$		$\sigma = 75,33$		$v = 18,67$		$Z = 1,96$		$N = 54$						
																	TP (em min)		6,55	

Na Tabela 3, estão registados os tempos das cronometragens efetuadas para o *setup* de mudança de capa. Este tipo de *setup* está dividido em 5 fases, das quais apenas a fase 3 tem a intervenção do Homem. Obteve-se um tempo padrão de *setup* de 6,55 minutos e um N necessário de 54 amostras, pois as amostras recolhidas não foram representativas

Tabela 4 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de mudança de Base e Capa – E03

Extrusora E03																	Fator Fadiga	BASE+CAPA		
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$
		m_z																	\bar{t}_i	
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	7	6	9	38	11	34	5	2	14	41	31	32	42	44	41			
2	Do 1º não conforme com IPOC até ao último piso	t_i	109	42	16	51	40	35	92	159	50	24	45	33	31	32	43			
3	Espera base	L	60%	60%	60%	60%	60%	100%	100%	100%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	69%	323,87	
		t_i	520	576	504	851	783	496	784	700	320	225	315	310	230	242	233	445,57		
4	Base	L	60%	60%	60%	60%	60%	100%	100%	100%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	68%	27,01	
		t_i	32	19	31	31	27	48	48	22	38	51	45	42	41	43	44	37,47		
5	Espera	L	60%	60%	60%	60%	60%	100%	100%	100%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	68%	130,66	
		t_i	241	66	63	211	99	80	194	214	303	113	160	230	245	267	233	181,27		
6	Do 1º piso com IPOC até ao último piso com IPOC	t_i	55	45	36	64	44	38	69	48	46	30	34	36	41	45	32		44,20	
7	Do 1º piso não conforme sem IPOC até ao último piso não conforme sem IPOC	t_i	22	25	16	317	13	134	127	68	279	20	36	150	45	46	47		89,67	
n= 13	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z		986	779	675		1017	865	1319	1213		504	666	833	675	719	673	$\sum tz = 10\,924$	TP = 692,66
$\frac{\sum tz}{n} = 840$		Amplitude por ciclo Rz		342			815			167			$\sum Rz = 1\,324$							
$\frac{\sum Rz}{K} = 441$		$z = 190,402$		$\epsilon = 5,00\%$		$s^2 = 51\,212$		$\sigma = 235,5$		$v = 28,03$		$Z = 1,96$		$N = 121$						
																	TP (em min)		11,54	

Para *setup* mudança de base e capa, Tabela 4 o rendimento e a fadiga foram afetadas às fases 3, 4 e 5. Neste tipo de *setup*, no qual eliminou-se dois *outliers*, o tempo padrão foi de 11,54 minutos e o N necessário para a amostra ser representativa é de 121 cronometragens.

Tabela 5- Dados Calculados para as diferentes Extrusoras

EXTRUSORA	TIPO DE SETUP	n	$\bar{t}_z(seg)$	$\bar{R}_z(seg)$	s	v	N
E03	Fieira	12,00	299,00	195,00	86,70	29,00	129
	Capa	14,00	403,00	175,00	75,30	18,70	54
	Base+Capa	13,00	840,00	441,00	236,00	28,00	121
E04	Fieira	14,00	255,00	130,00	65,40	25,60	101
	Capa	15,00	577,00	38,00	159,00	27,50	116
	Base+Capa	15,00	678,00	229,00	98,80	14,60	33
E05	Fieira	15,00	242,00	61,00	26,90	11,10	19
	Capa	15,00	360,00	117,00	42,10	11,70	21
	Base+Capa	15,00	804,00	258,00	115,00	14,30	31
E06	Fieira	15,00	185,00	60,00	22,80	12,30	23
	Capa	14,00	349,00	226,00	94,40	27,00	112
	Base+Capa	15,00	760,00	180,00	118,00	15,60	37

Com as amostras efetuadas, verifica-se que as extrusoras E03 e E04, apresentam uma maior variação dos tempos do ciclo, isto é dos tempos unitários para cada fase do processo, para todos os tipos de *setup*, em relação às extrusoras E05 e E06. Isto deve-se facto, não só dos colaboradores possuírem um procedimento e um ritmo de trabalho não uniforme, como também de outros fatores relacionados, como por exemplo velocidade da extrusora, tipo de material e tipo mudança de *Setup*.

As amostras de cronometragens recolhidas, não são representativas, como mostra a tabela Tabela 5, sendo o N necessário das extrusoras E03 e E04, maior do que as restantes.

Tabela 6 - Resultado do Tempo Padrão para as diferentes Extrusoras

	E03	E04	E05	E06
Fieira	4,84	4,23	3,79	2,99
Capa	6,55	8,03	5,91	5,34
Base+Capa	11,46	10,38	12,59	12,26

Na Tabela 6, estão representados os tempos padrão de *setup* obtidos, por extrusora e por tipo de *setup*. A extrusora E06 apresenta um menor tempo padrão, para os *setup* fieira e capa, em relação à extrusora E03, devido ao facto de na primeira, os colaboradores cooperarem entre si na divisão de tarefas. Os tempos padrão aumentam, do tipo de *setup* de fieira ao tipo de *setup* mudança de base e capa, pela razão do procedimento e o número de fases inerente ao *setup* ser diferentes.

Relativamente aos dados anteriores da empresa, verificamos que os valores estão dentro dos valores estabelecidos, não havendo muita variação, independentemente do número de ciclos a serem necessários calcular.

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O presente projeto tinha como principais objetivos determinar os tempos padrão e analisar as perturbações do processo produtivo das extrusoras de pisos da Continental Mabor. Para estes objetivos serem alcançados, todo o processo de extrusão de pisos foi alvo de análise, recorrendo a cronometragens aos diferentes tipos de *setup* em cada extrusora e analisando os tipos de perturbações existentes e mais comuns durante uma corrida.

Após análise dos dados obtidos, verificou-se que o número da amostra ainda não era representativa, sendo necessário efetuar mais cronometragens a cada tipo de *setup* nas diferentes extrusoras. Mas relativamente a dados anteriores, verificou-se que os valores não tinham grande variação.

Na análise das quatro extrusoras, podemos concluir que no que diz respeito ao tipo de *setup*, a extrusora E06 é a que tem menor tempo padrão e a extrusora E03 tem maior tempo padrão de *setup* de mudança de fieira. No que diz respeito ao *setup* de mudança de capa, a extrusora E06 é a que tem tempo padrão menor e a extrusora E04 tem o tempo padrão maior. Por fim, no *setup* de mudança de base e capa, a extrusora E04 tem menor tempo padrão e a extrusora E05 tem maior tempo padrão. As diferenças entre os tempos padrão de *setup* por extrusora e por tipo, deve-se ao facto de os colaboradores cooperarem entre si na divisão de tarefas e dos procedimentos e o número de fases inerentes aos *setups* serem diferentes.

Também foi efetuado uma melhoria, utilizando a ferramenta *Lean 5s*, organizou-se a mesa de ferramentas da extrusora, para ser mais fácil e rápida a obtenção da ferramenta necessária para realização do *setup*.

Com o presente estudo realizado na área de Extrusão de Pisos da Continental Mabor, S.A. foram levantadas algumas oportunidades de melhoria com alguma relevância para a melhoria da eficiência do processo produtivo.

A cronometragem deverá ser cíclica, para garantir a representatividade dos dados.

O número necessário para amostra ficar representativa, N , deverá ser cumprida. Para isso será necessário mais tempo para a realização das mesmas.

As correções ao Tempo Padrão, também devem ser analisadas mais pormenorizadamente tendo em conta as perturbações que ocorrem durante uma corrida, ou seja, considerando as ocorrências que afetam todo o tempo gasto por dia e as perturbações, dividindo pela duração do período de trabalho diário.

De modo similar, deverão aplicar-se ações corretivas para as perturbações com maior impacto na produção de pisos, fazendo uma análise detalhada das causas.

Assim, podemos concluir que para melhores resultados seria necessário mais tempo de análise de forma a garantir o número de amostra representativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulmalek, F. A. (2007). Analyzing the benefits of Lean manufacturing and value stream mapping via simulation. *International Journal of Production Economics*.
- Al-Ashaab, A., & Sobek, D. K. (2013). *Lean* product and process development: a value creation paradigm that goes beyond *Lean* manufacturing. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26(12), 1103-1104. doi: 10.1080/0951192x.2013.834483
- Carvalho, D. (2012). PLANEAMENTO E BALANCEAMENTO DE UMA LINHA DE MONTAGEM UNIVERSAL DE FORMAÇÃO. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Continental Mabor SA. Continental Mabor. Lousado, Portugal (2016).
- Continental. (2012). Intranet Continental Mabor. Lousado, Portugal.
- Continental AG. (2016). Continental AG. Alemanha.
- Costa, Luís F.T. Gomes; Arezes, Pedro M.F.M. (2003). *Introdução ao estudo do trabalho*. Guimarães.
- Coutinho, Clara Pereira; Sousa, Adão; Dias, Anabela; Bessa, Fátima; Ferreira, Maria José Rodrigues Cunha; Vieira, Sandra Regina. (2009). Investigação-acção : metodologia preferencial nas práticas educativas. "*Revista Psicologia, Educação e Cultura*." ISSN 0874-2391. 13:2 (Dez. 2009) 355-379.
- Gosling, J., & Naim, M. M. (2009). Engineer-to-order supply chain management: A literature review and research agenda. *International Journal of Production Economics*, 122(2), 741-754. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.07.002>
- Jang, Y., & Lee, J. (1998). Factors influencing the success of management consulting projects. *International Journal of Project Management*, 16(2), 67-72. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(97\)00005-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(97)00005-7)
- Krafcik, J. F. (1988). TRIUMPH OF THE *LEAN* PRODUCTION SYSTEM. *Sloan Management Review*, 30(1), 41-51.
- Lu, R. F., Petersen, T. D., & Storch, R. L. (2009). Asynchronous stochastic learning curve effects in engineering-to-order customisation processes. *International Journal of Production Research*, 47(5), 1309-1329. doi: 10.1080/00207540701484921
- Levine, G. (1997) The fate of time study, *The Industrial Advisor*, Gene Levine and Associates, September.
- Moreira, Daniel A., (1993). *Administração da Produção e Operações*. 1ª ed, Pioneira Thomson Learning, ISBN 85-221-0135-3.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.
- Ortiz, C.A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. New York: CRC Press

Radke, A. M., & Tseng, M. M. (2012). *A risk management-based approach for inventory planning of engineering-to-order production*. *Cirp Annals-Manufacturing Technology*, 61(1), 387-390. doi: 10.1016/j.cirp.2012.03.064

Salgueiro, J. (2012). OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE EXTRUSÃO DE PISOS NA E06. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto.


Silva, Manuel, (2010). Medida do Trabalho, web site do: Instituto Superior de Engenharia do Porto

Taggart, P., & Kienhoefer, F. (2013). *THE EFFECTIVENESS OF LEAN MANUFACTURING AUDITS IN MEASURING OPERATIONAL PERFORMANCE IMPROVEMENTS*. *South African Journal of Industrial Engineering*, 24(2), 140-154.

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: the story of Lean Production*. New York: Rawson Associates

Womack, J.P., & Jones, D.T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, New York, USA: Simon & Schuster

Xavier, Daniel Botelho, Sena, Michel André Silva, (2001). Estudo de tempos para o aumento da produtividade na construção.



Continental Mabor
Indústria de Pneus, S.A.

Política da Empresa


A Política da Continental Mabor assenta na sua Visão

Ser **LIDER** na Divisão de Pneus da Continental

- 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.

E na sua Missão

- › Crescemos, criamos valor e rentabilidade sustentada, trabalhando **UNS PELOS OUTROS**;
- › Temos a **CONFIANÇA** dos clientes nos nossos serviços e produtos de tecnologia avançada;
- › Somos reconhecidos pela eficiência, qualidade, flexibilidade, inovação e **PADÃO POR VENCER**;
- › Promovemos a excelência de colaboradores qualificados, motivados e com **LIBERDADE PARA AGIR**.




São ainda nossos Compromissos

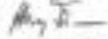
- › Cumprir a **legislação** em vigor e outros **requisitos** aplicáveis;
- › Assumir as **responsabilidades sociais**;
- › Promover a **saúde e a segurança** no trabalho;
- › Prevenir e **controlar a poluição**;
- › Usar racionalmente os **recursos naturais**;
- › Utilizar a **melhor tecnologia disponível**;
- › Intensificar programas de **melhoria contínua**.

Lousado, 2 de janeiro de 2014

O Conselho de Administração



Pedro Carril



Perry Fiollet

Figura 30 – Política da Continental Mabor (Continental,20

ANEXO B – QUADRO SINÓPTICO

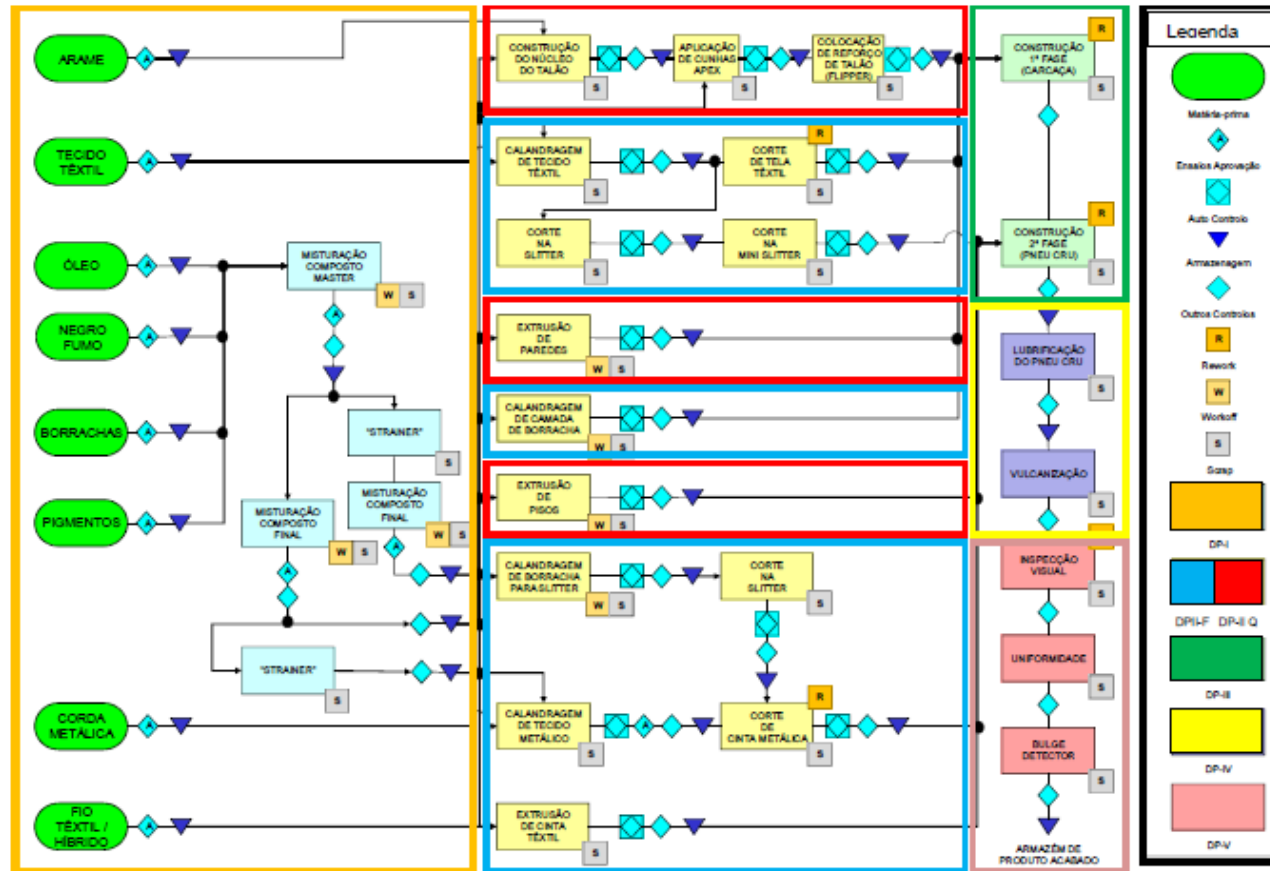


Figura 31 - Quadro Sinóptico

ANEXO C – PROCESSO PRODUTIVO

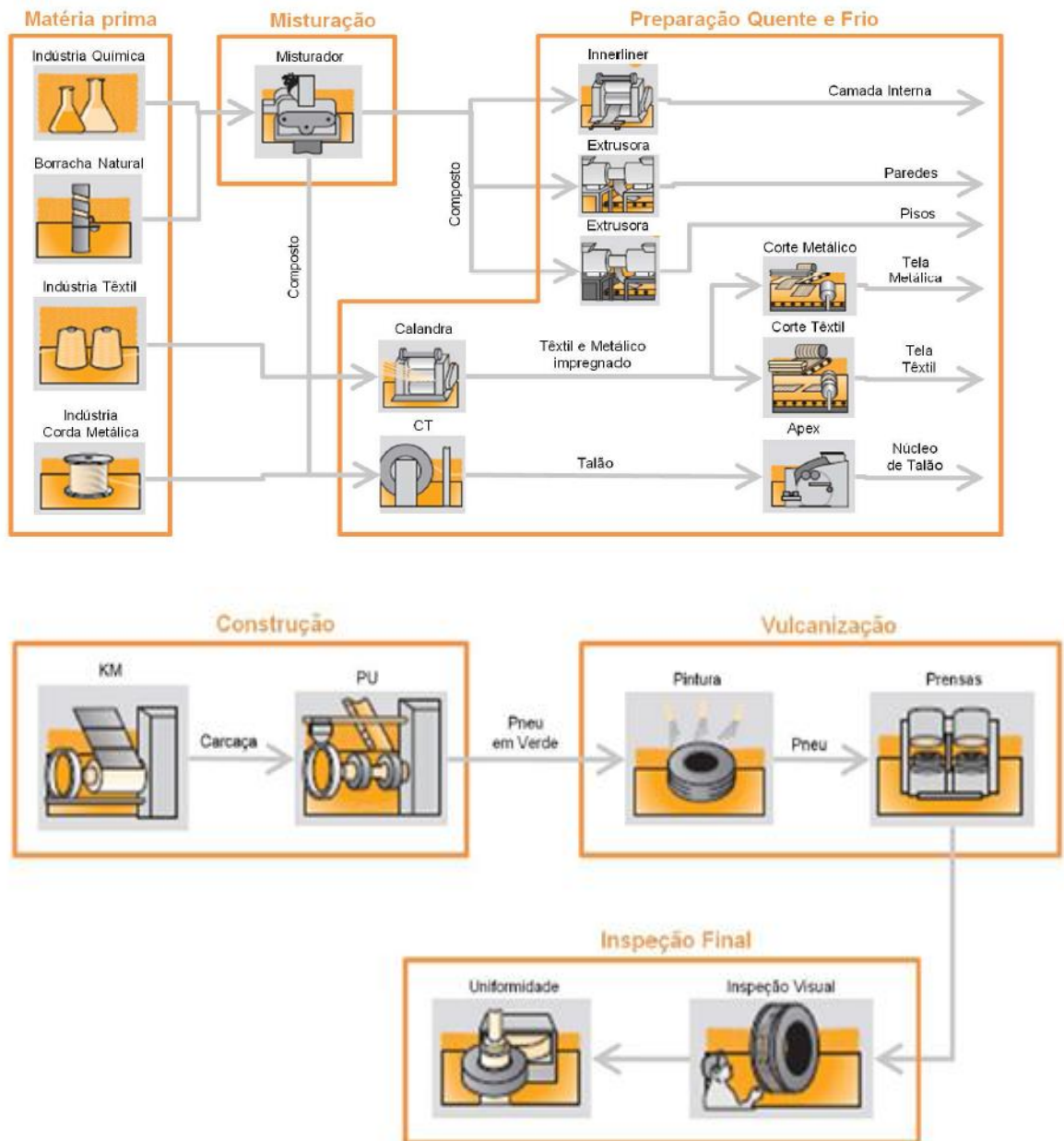


Figura 32 - Processo Produtivo

ANEXO D – FOLHA DE REGISTO DE CRONOMETRAGENS PARA O TEMPO PADRÃO DE SETUP

Tabela 7 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Feira - E04

Extrusora E04																	Fator Fadiga	FIEIRA		
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$
		m_z																	\bar{t}_i	
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	6	10	10	8	2	8	34	2	3	1	2	4	9	1	5		7,00	7,00
2	Espera	L	100%	95%	95%	100%	100%	95%	90%	100%	100%	95%	45%	90%	90%	90%	75%	6%	94%	197,42
		t_i	149	193	223	313	66	160	220	125	144	181	208	263	218	259	262		198,29	
3	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	79	39	35	24	31	66	40	68	51	49	50	61	56	68	27		49,60	49,60
n= 14	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z		234	242	268	345	99	234	294	195	198	231		328	283	328	294	$\sum tz = 3573$	TP = 254,02
$\frac{\sum tz}{n} = 255$		Amplitude por ciclo Rz		246				99				45				$\sum Rz = 390$				
$\frac{\sum Rz}{K} = 130$		$z = 196,3$		$\epsilon = 5,00\%$	$s^2 = 3969$			$\sigma = 65,38$		$v = 25,62$			$Z = 1,96$		$N = 100,8$					
																	TP (em min)		4,23	

Tabela 8 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Capa - E04

Extrusora E04																	Fator Fadiga	CAPA		
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$
		m_z																	\bar{t}_i	
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	37	19	10	5	17	13	3	2	13	4	13	65	11	26	12		16,67	
2	Do 1º não conforme com IPOC até ao último piso	t_i	99	39	50	49	111	71	45	40	59	43	100	45	36	30	53		58,00	
3	Espera	L	60%	70%	60%	60%	60%	60%	100%	100%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%		66%	
		t_i	268	185	263	400	307	145	165	364	428	309	466	410	332	446	273		317,40	
4	Do 1º piso com IPOC até ao último piso com IPOC	t_i	90	131	97	31	87	104	40	60	114	97	90	167	85	113	78		92,27	
5	Do 1º piso não conforme sem IPOC até ao último piso não conforme sem IPOC	t_i	97	129	5	135	77	7	70	115	92	23	162	195	123	71	90		92,73	
n= 15	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z		591	503	425	620	599	340	323	581	706	476	831	882	587	686	506	$\sum t_z = 8656$	TP = 481,72
$\frac{\sum tz}{n} = 577$		Amplitude por ciclo Rz		195				383				376				$\sum Rz = 954$				
$\frac{\sum Rz}{K} = 318$		z = 181,5		$\epsilon = 5,00\%$		$s^2 = 23548$		$\sigma = 158,8$		v = 27,53		Z = 1,96		N= 116						
																	TP (em min)		8,03	

Tabela 9 – Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Base e Capa - E04

Extrusora E04																	Fator Fadiga	Base+Capa		
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$
		m_z																	\bar{t}_i	
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	7	13	17	12	11	13	5	2	14	12	11	14	7	8	9	6%	10,33	10,33
2	Do 1º não conforme com IPOC até ao último piso	t_i	102	31	58	51	40	35	92	110	50	24	45	46	32	41	43		53,33	53,33
3	Espera base	L	70%	100%	70%	80%	95%	80%	75%	80%	80%	80%	90%	90%	85%	80%	80%		82%	140,51
		t_i	82	217	255	157	200	210	179	99	167	134	189	220	112	97	97		161,00	
4	Base	L	70%	100%	70%	80%	95%	80%	75%	80%	80%	80%	90%	90%	85%	80%	80%		82%	84,25
		t_i	77	145	98	72	87	90	78	89	90	97	112	115	96	95	107		96,53	
5	Espera	L	70%	100%	70%	80%	95%	80%	75%	80%	80%	80%	90%	90%	85%	80%	80%		82%	156,98
		t_i	168	180	262	215	185	180	170	175	180	187	167	156	134	166	173	179,87		
6	Do 1º piso com IPOC até ao último piso com IPOC	t_i	123	180	117	98	213	120	145	136	146	133	156	188	122	113	137	141,80	141,80	
7	Do 1º piso não conforme sem IPOC até ao último piso não conforme sem IPOC	t_i	4	30	38	4	20	142	33	36	38	40	25	33	27	30	33	35,53	35,53	
n= 15	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z		563	796	845	609	756	790	702	647	685	627	705	772	530	550	599	$\sum tz =$	10 176
$\frac{\sum tz}{n} =$ 678		Amplitude por ciclo Rz		282				163				242				$\sum Rz =$	687	TP = 622,73		
$\frac{\sum Rz}{K} =$ 229		z = 296,245		$\epsilon = 5,00\%$		$s^2 = 9 114$		$\sigma = 98,82$		v = 14,57		Z = 1,96		N= 32,6						
																	TP (em min)		10,38	

Tabela 10- Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Feira - E05

Extrusora E05																	Fator Fadiga	FIEIRA		
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$
		m_z																	\bar{t}_i	
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	5	20	4	2	14	2	3	6	4	12	7	12	13	2	2		7,20	7,20
2	Espera	L	85%	100%	80%	100%	85%	90%	90%	85%	90%	70%	90%	90%	90%	100%	60%	6%	87%	176,82
		t_i	211	177	230	163	221	189	180	216	190	189	209	186	159	176	180		191,73	
3	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	39	23	57	36	38	63	43	31	50	30	61	63	50	35	29		43,20	43,20
n= 15	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z		255	220	291	201	273	254	226	253	244	231	277	261	222	213	211	$\sum tz = 3632$	TP = 227,22
$\frac{\sum tz}{n} =$	242	Amplitude por ciclo Rz		90				28				66				$\sum Rz = 184$				
$\frac{\sum Rz}{K} =$	61	z = 394,8		ε= 5,00%		s² = 675		σ = 26,9		v = 11,11		Z = 1,96		N= 18,96						
																	TP (em min)		3,79	

Tabela 11 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Capa - E05

Extrusora E05																	Fator Fadiga	CAPA		
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$
		m_z																	\bar{t}_i	
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	10	10	3	3	5	3	14	4	6	4	8	44	31	3	11			
2	Do 1º não conforme com IPOC até ao último piso	t_i	72	56	49	55	50	45	46	50	60	45	46	53	55	42	47	10,60	10,60	
3	Espera	L	100%	85%	95%	95%	90%	80%	100%	95%	97%	75%	97%	100%	95%	85%	87%	92%	202,97	
		t_i	166	225	229	202	256	270	181	220	186	190	169	207	210	225	195	208,73		
4	Do 1º piso com IPOC até ao último piso com IPOC	t_i	77	100	20	64	41	89	50	59	58	60	63	75	65	45	70	62,40	62,40	
5	Do 1º piso não conforme sem IPOC até ao último piso não conforme sem IPOC	t_i	13	38	23	8	40	18	20	37	42	39	10	48	15	30	25	27,07	27,07	
n= 15	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z		338	429	324	332	392	425	311	370	352	338	296	427	376	345	348	$\sum tz = 5403$	TP = 354,43
$\frac{\sum tz}{n} = 360$		Amplitude por ciclo Rz		105				114				131				$\sum Rz = 350$				
$\frac{\sum Rz}{K} = 117$		z = 308,7		$\epsilon = 5,00\%$		$s^2 = 1655$		$\sigma = 42,12$		v = 11,69		Z = 1,96		N = 21						
																	TP (em min)		5,91	

Tabela 12 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Base e Capa - E05

Extrusora E05																	Fator Fadiga	Base + Capa		
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$
		m_z																	\bar{t}_i	
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	4	5	5	8	2	14	4	10	6	10	7	6	4	12	14	6%	7,40	7,40
2	Do 1º não conforme com IPOC até ao último piso	t_i	56	46	60	40	46	56	47	59	62	50	46	55	60	48	50		52,07	52,07
3	Espera base	L	80%	100%	80%	95%	80%	80%	80%	80%	80%	100%	100%	80%	80%	100%	100%		88%	385,52
		t_i	478	258	509	327	518	472	400	552	480	350	372	402	480	355	270		414,87	
4	Base	L	80%	100%	80%	95%	80%	80%	80%	80%	80%	100%	100%	80%	80%	100%	100%		88%	97,45
		t_i	93	100	157	158	90	83	100	95	115	125	95	100	85	93	84		104,87	
5	Espera	L	80%	100%	80%	95%	80%	80%	80%	80%	100%	100%	80%	80%	100%	100%	88%		154,01	
		t_i	141	192	199	142	212	171	200	90	200	195	95	200	184	145	120	165,73		
6	Do 1º piso com IPOC até ao último piso com IPOC	t_i	25	24	62	62	50	27	48	50	29	60	42	47	50	44	30	43,33	43,33	
7	Do 1º piso não conforme sem IPOC até ao último piso não conforme sem IPOC	t_i	21	16	21	13	9	17	10	15	20	11	13	17	16	18	20	15,80	15,80	
n= 15	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z		818	641	1013	750	927	840	809	871	912	801	670	827	879	715	588	$\sum tz =$	12 061
$\frac{\sum tz}{n} =$		Amplitude por ciclo R_z		372				111				291				$\sum Rz =$	774	TP =	755,58	
$\frac{\sum Rz}{K} =$		$z = 311,654$		$\epsilon = 5,00\%$		$s^2 = 12 311$		$\sigma = 114,8$		$v = 14,28$		$Z = 1,96$		$N = 31,35$						
																	TP (em min)		12,59	

Tabela 13- Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Feira - E06

Extrusora E06																	Fator Fadiga	FIEIRA			
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$	
		m_z																	\bar{t}_i		
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	20	26	33	27	26	33	27	14	24	35	28	37	28	20	27		27,00	27,00	
2	Espera	L	75%	100%	100%	100%	75%	100%	100%	80%	100%	100%	90%	100%	70%	70%	90%	6%	90%	111,36	
		t_i	102	117	113	147	108	90	118	125	145	143	110	100	127	105	101		116,73		
3	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	34	61	56	52	37	30	34	26	43	19	34	68	25	68	27		40,93	40,93	
n= 15	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z		156	204	202	226	171	153	179	165	212	197	172	205	180	193	155	$\sum tz = 2770$		TP = 179,30
$\frac{\sum tz}{n} = 185$		Amplitude por ciclo Rz		70				59				50				$\sum Rz = 179$					
$\frac{\sum Rz}{K} = 60$		$z = 309,5$		$\epsilon = 5,00\%$		$s^2 = 484$		$\sigma = 22,77$		$v = 12,33$		$Z = 1,96$		N= 23,36							
																	TP (em min)		2,99		

Tabela 14 Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Capa - E06

Extrusora E06																	Fator Fadiga	CAPA		
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$
		m_z																\bar{t}_i		
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	20	27	10	25	46	13	36	15	27	30	35	25	11	26	12		23,87	
2	Do 1º não conforme com IPOC até ao último piso	t_i	32	39	43	41	61	36	47	45	43	43	100	45	36	30	53		46,27	
3	Espera	L	60%	100%	90%	90%	85%	85%	60%	95%	95%	75%	80%	60%	60%	100%	60%		81%	
		t_i	369	282	105	123	119	386	147	151	228	120	118	410	250	115	273		199,00	
4	Do 1º piso com IPOC até ao último piso com IPOC	t_i	45	38	15	29	41	34	41	25	40	28	30	35	42	30	43		34,40	
5	Do 1º piso não conforme sem IPOC até ao último piso não conforme sem IPOC	t_i	59	37	61	20	51	25	14	60	58	60	43	38	55	50	45		45,07	
n= 14	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z		525	423	234	238	318	494	285	296	396	281	326		394	251	426	$\sum tz = 4887$	TP = 320,61
$\frac{\sum tz}{n} = 349$		Amplitude por ciclo Rz		291				213				175				$\sum Rz = 679$				
$\frac{\sum Rz}{K} = 226$		z = 154,2		$\epsilon = 5,00\%$		$s^2 = 8272$		$\sigma = 94,38$		v = 27,04		Z = 1,96		N = 112						
																	TP (em min)		5,34	

Tabela 15 - Folha de Registo de Cronometragens para Setup de Mudança de Base e Capa - E06

Extrusora E06																	Fator Fadiga	Fieira			
Nº	Fases do Processo	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} \bar{t}_i}{100}$	
		m_z																	\bar{t}_i		
1	Do 1º não conforme até ao último não conforme	t_i	6	15	15	9	14	6	3	7	10	12	11	14	7	10	9	6%	9,87	9,87	
2	Do 1º não conforme com IPOC até ao último piso	t_i	32	40	50	21	46	50	70	38	45	24	45	49	50	41	35		42,40	42,40	
3	Espera base	L	95%	95%	95%	95%	95%	100%	100%	100%	80%	80%	90%	90%	85%	80%	80%		91%	382,50	
		t_i	468	505	400	500	450	210	179	180	400	450	492	501	495	355	385		398,00		
4	Base	L	95%	95%	95%	95%	95%	100%	100%	100%	80%	80%	90%	90%	85%	80%	80%		91%		90,79
		t_i	76	101	104	110	80	75	80	89	95	97	100	115	95	93	107		94,47		
5	Espera	L	95%	95%	95%	95%	95%	100%	100%	100%	80%	80%	90%	90%	85%	80%	80%		91%		123,72
		t_i	101	100	144	110	150	145	105	112	145	150	102	110	134	150	173	128,73			
6	Do 1º piso com IPOC até ao último piso com IPOC	t_i	41	37	35	40	52	60	38	28	31	40	61	55	60	40	50	44,53	44,53		
7	Do 1º piso não conforme sem IPOC até ao último piso não conforme sem IPOC	t_i	31	12	60	20	31	53	52	65	64	40	35	33	55	30	42	41,53	41,53		
n= 15	K= 3	Soma dos tempos por ciclo t_z		755	810	808	810	823	599	527	519	790	813	846	877	896	719	801	$\sum tz =$	11 393	
$\frac{\sum tz}{n} =$		Amplitude por ciclo Rz		68				294				177				$\sum Rz =$	539	TP =	735,35		
$\frac{\sum Rz}{K} =$		z = 422,746		$\epsilon = 5,00\%$		$s^2 = 13 083$		$\sigma = 118,4$		v = 15,59		Z = 1,96		N= 37,34							
																	TP (em min)		12,26		

ANEXO E – FOLHA DE CÁLCULO PARA FADIGA

INDUSTRIAL ENGINEERING		FACTOR DE FADIGA sistema de análise			
10 N/Kg = 1Kg		CÁLCULO DE ALLOWANCES PARA TEMPO STANDARD			
1. ESFORÇO FÍSICO		CODIGO	"E" ERGONOMICO altura:0,5-1,5m	"N" NAO ERGONOMICO	"C" COMBINADO
BAIXO	($< 40.000 \text{ N/turno}$)	P-1	1.0%	2.0%	1.5%
MEDIA	($\sim 100.000 \text{ N/turno}$)	P-2	2.0%	5.0%	3.5%
ALTO	($> 100.000 \text{ N/turno}$)	P-3	4.0%	8.0%	6.0%
ESTATICO ou o mesmo manuseamento durante o turno com pequenos ciclos de tempo ou divisão de partes.		P- s - -	VALORES ACIMA CALCULADOS X 2 (a considerar apenas 1 vez)		
2. ESFORÇO MENTAL		CODIGO	%		
BAIXO	(decisões simples)	M-1	1.0		
MEDIA		M-2	2.0		
ALTO		M-3	3.5		
MONITOR ou trabalho de inspeção sem outro trabalho combinado		M- s - -	VALORES ACIMA CALCULADOS X 2		
3. AMBIENTE (ruído, pó, calor...)		CODIGO	FACTOR		
BAIXO		E-1	1.0		
MEDIA		E-2	1.5		
ALTO	(zona de calor ou roupas especiais)	E-3	3.0		
TOTAL FACTOR DE FADIGA - % = (resultado 1 + resultado 2) X resultado 3 -arredondado-					
= (1,0% + 1,0%) x (3,0) = 6%					

Figura 33 - Cálculo da Fadiga