



Metodologia SMED numa empresa de produção de pneus

CARINA DA SILVA OSÓRIO

novembro de 2020

METODOLOGIA SMED NUMA EMPRESA DE PRODUÇÃO DE PNEUS

Carina Silva Osório

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

METODOLOGIA SMED NUMA EMPRESA DE PRODUÇÃO DE PNEUS

Carina Silva Osório

Estudante n.º 1160332

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Doutor Venceslau Manuel Magalhães Correia.

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Este espaço é dedicado a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização do presente projeto. A realização deste projeto só foi possível graças ao apoio incondicional e disponibilidades de todas as pessoas que tornaram este trabalho possível e a quem eu quero manifestar um profundo reconhecimento e agradecimento.

Agradeço ao meu orientador da instituição de ensino, Doutor Venceslau Correia pela orientação, pela disponibilidade e pelo incentivo transmitido durante os momentos mais adversos.

Agradeço ao meu orientador da empresa, Engenheiro João Pedro Ramos, pelo contributo e pela oportunidade de integração numa multinacional como a Continental Mabor S.A.

A todos os colaboradores de chão de fábrica, que me ajudaram a entender toda a dinâmica da produção e me deram sugestões de melhoria, sem eles a realização deste projeto não seria possível.

Um especial agradecimento ao Engenheiro Pereira da Silva, pela amabilidade, disponibilidade, incentivo e encorajamento. Sem o seu contributo o desenvolvimento deste projeto não teria sido exequível.

Ao Engenheiro José Araújo, Engenheiro Paulo Ferreira e ao Engenheiro Marco Azevedo, presto um grande obrigado, pelo companheirismo, por me ajudarem a executar as minhas ideias, por me permitirem implementar, por me orientarem, por me aconselharem e por agilizarem o vosso tempo para reunir comigo, em qualquer situação. Um obrigado certamente não será certamente suficiente.

Ao Engenheiro João Lopes, pela assertividade e por toda a disponibilidade manifestada, em todos os momentos do desenvolvimento deste projeto.

A todos os engenheiros de CST, por todo o companheirismo manifestado diariamente, pelo ambiente incrível e desafiante que me permitiram viver.

Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim, me deram força e me incentivaram a continuar.

Ao meu amigo e namorado Tiago, pela ajuda, pelas leituras, pelo carinho, pela paciência, por todo o incentivo e por nunca me deixar desistir.

A toda a família e amigos pelo apoio incondicional ao longo de toda a minha vida académica.

página propositadamente em branco

RESUMO

Atualmente, muitas organizações, principalmente as do setor automóvel, enfrentam dificuldades nos novos mercados competitivos e direcionados para o cliente, onde os prazos de entrega são cada vez mais curtos e a procura pela flexibilidade de produção é cada vez maior. Neste contexto, o paradigma *lean manufacturing* e o conjunto de ferramentas a ele associado, tornam-se extremamente necessários, na constante procura pela melhoria contínua.

O presente projeto objetiva melhorar o processo produtivo de construção de pneus agrícolas, na Continental Mabor, através da implementação de conceitos e ferramentas inerentes ao *lean manufacturing*, em particular o SMED (*Single Minute Exchange of Die*).

A primeira fase deste projeto consistiu num levantamento e análise detalhada do processo produtivo da construção de pneus agrícolas e dos tempos e métodos utilizados na realização dos *setups* associados aos equipamentos utilizados em fases específicas deste processo.

Posteriormente, numa segunda fase, objetivando a diminuição dos tempos de *setup*, foram identificados os problemas existentes na fase de construção de pneus agrícolas e as respectivas oportunidades de melhoria, usando as ferramentas do *lean manufacturing*, nomeadamente o SMED e o 5S. A fase seguinte, consistiu na implementação destas melhorias e na análise dos resultados obtidos.

Finalmente, foi possível constatar que as implementações efetuadas refletiram-se, como esperado, na efetiva redução dos tempos dos *setups* levados a cabo nos módulos de construção. Os resultados da implementação da metodologia SMED, permitiram reduções da duração dos *setups* entre os 2% e os 43%. Sendo que, estes resultados, representam o primeiro passo para o aumento da flexibilidade da empresa e da possibilidade de produção em pequenos lotes.

PALAVRAS-CHAVE: *lean manufacturing*, SMED, *setup*, melhoria contínua, flexibilidade, 5S

página propositadamente em branco

ABSTRACT

Nowadays, many organizations, mainly those in the automobile sector, face difficulties in new competitive and customer-oriented markets, where delivery times are getting shorter and demand for production flexibility is increasing. In this context, the lean manufacturing paradigm and the set of tools associated with it, become extremely necessary, in the constant search for continuous improvement.

This project aims to improve the productive process of construction of agricultural tires, at Continental Mabor, through the implementation of lean manufacturing concepts and tools, in particular, the SMED (Single Minute Exchange of Die).

The first phase of this project consisted of a survey and detailed analysis of the production process of the construction of agricultural tires and of the times and methods used in carrying out the setups associated with the equipment used in specific stages of this process.

Subsequently, in a second phase, aiming at reducing setup times, the existing problems in the construction phase of agricultural tire modules and the respective improvement opportunities were identified, using lean manufacturing tools, namely SMED and 5S. The next phase consisted of implementing these improvements and analyzing the results obtained.

Finally, it was possible to verify that the implementations were reflected, as expected, in the effective reduction of the setup times carried out in the construction modules. The results of the implementation of the SMED methodology, allowed reductions in the duration of the setups between 2% and 43%. These results represent the first step towards increasing the company's flexibility and the possibility of small lots production.

Keywords: lean manufacturing, SMED, continuous improvement, flexibility, 5S

página propositadamente em branco

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	5
RESUMO	I
ABSTRACT	III
ÍNDICE.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XVII
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XIX
1. INTRODUÇÃO	21
1.1. Enquadramento e pertinência	21
1.2. Questão e objetivos de investigação.....	22
1.3. Opções metodológicas	22
1.4. Apresentação da empresa.....	24
1.5. Estrutura do trabalho	24
2. Suporte bibliográfico do trabalho realizado	26
2.1. <i>Lean Manufacturing</i>	26
2.1.1. Os Princípios do <i>Lean</i>	26
2.1.2. Os Desperdícios do <i>Lean</i>	27
2.2. Ferramentas e Técnicas <i>Lean Manufacturing</i>	29
2.2.1. Metodologia 5S	29
2.2.2. Gestão Visual.....	31
2.2.3. SMED.....	32
3. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO	35
3.1. Caracterização do pneu agrícola	35
3.2. Processo produtivo de pneus agrícolas.....	36
3.3. Descrição das operações da fase de <i>construção</i>	37
3.3.1. Construção da carcaça (Construção - 1 st Stage).....	37
3.3.2. Construção do pneu “em verde” (Construção – 2 nd Stage)	40
4. CARACTERIZAÇÃO DOS <i>SETUPS</i>	43
4.1. 1 st Stage dos módulos de construção.....	43
4.1.1. Mudança de espacejadores	45
4.1.2. Mudança de segmentos.....	47
4.1.3. Mudança de segmentos e espacejadores.....	48
4.1.4. Mudança de tambor	49
4.1.5. Mudança de jante	54

4.2. 2 nd Stage dos módulos de construção.....	59
4.2.1. Mudança da jante de expansão.....	60
4.2.2. Mudança da chapa da <i>turning table</i>	61
4.3. Identificação dos problemas e possíveis melhorias.....	62
5. IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	67
5.1. Implementação da metodologia SMED.....	67
5.1.1. Fase 1 da implementação da metodologia SMED.....	67
5.1.2. Fase 2 da implementação da metodologia SMED.....	92
5.1.3. Fase 3 da implementação da metodologia SMED.....	94
5.2. Atualização das instruções de trabalho.....	99
5.3. Implementação da metodologia 5S e Gestão Visual.....	100
5.3.1. Identificação dos parafusos no 1 st stage.....	100
5.3.2. Carro do <i>setup</i>	100
5.3.3. Bancadas de apoio à produção.....	102
5.4. Discussão de resultados.....	103
5.4.1. Impacto das ações de melhoria nos <i>setups</i>	103
5.4.2. Súmula dos resultados obtidos.....	106
6. CONCLUSÃO.....	107
6.1. Conclusões finais.....	107
6.2. Limitações e investigação futura.....	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
ANEXO A – Diagrama de Gantt.....	113
ANEXO B – Esquema da mudança de <i>tooling</i>	115
ANEXO C – Pesos dos tambores.....	117
ANEXO D – Ferramenta informática de controlo de fitas métricas.....	118
ANEXO E – Instrução de trabalho – 1 st stage.....	121
ANEXO F – Instrução de trabalho – 2 nd stage.....	122
ANEXO G – Procedimento de recolha e arquivo das listas de verificação.....	123

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - O Processo cíclico da metodologia investigação-ação	23
Figura 2 – 5S: organização do posto de trabalho (adaptado de Hines et al., 2011)	30
Figura 3 – Estágios do <i>setup</i> e técnicas práticas (adaptado de McIntosh et al., 2000)]	32
Figura 4 – Estágios do SMED (adaptado de A. C. Moreira & Pais, 2011)	34
Figura 5 – Componentes do pneu agrícola (adaptado de Continental, 2019)	36
Figura 6 – Processo produtivo de pneus agrícolas (adaptado de Maxxis, 2020)	36
Figura 7 – Cassete.....	37
Figura 8 – Carro de paredes	37
Figura 9 – Suporte de talões	37
Figura 10 – Estações de desenrolamento de materiais (1 st Stage)	38
Figura 11 – Tambor	38
Figura 12 – Colocação dos talões	38
Figura 13 – Aplicação da tela	38
Figura 14 – <i>Fingers</i> a executar o aprisionamento da camada e telas	39
Figura 15 – Batimento dos talões.....	39
Figura 16 – Anéis e <i>fingers</i> a recuar	39
Figura 17 – Execução da viragem das telas	39
Figura 18 – Telas viradas sobre os talões	39
Figura 19 – Aplicação das paredes laterais	39
Figura 20 – Tambor colapsado	39
Figura 21 – Mesas de borracha	40
Figura 22 – Estações de desenrolamento de materiais (2 nd Stage)	40
Figura 23 – Jante de expansão	40
Figura 24 – Aplicação das cintas.....	41
Figura 25 – Aplicação do piso.....	41
Figura 26 – <i>Turning table</i>	41
Figura 27 – <i>Turning table</i> na horizontal	41
Figura 28 – Tambor de construção	43
Figura 29 – Espaçeador	43
Figura 30 - Segmento	43
Figura 31 – <i>Dog ear</i>	44
Figura 32 – <i>Cage</i> dos <i>fingers</i> com <i>fingers</i>	44
Figura 33 – <i>Cage</i> dos <i>fingers</i> sem <i>fingers</i>	44
Figura 34 – Anéis	44
Figura 35 – Diafragma	44
Figura 36 – Mudança de espaçadores.....	45
Figura 37 – Caixa de <i>setup</i>	46
Figura 38 – Carro do <i>setup</i>	46
Figura 39 – Inserir segmentos	48
Figura 40 – Ranhuras dos segmentos	48
Figura 41 – Travar tambor.....	50
Figura 42 – Travão do tambor e esfera	50

Figura 43 – Anilha e anel roscado	51
Figura 44 – Remoção do tambor.....	51
Figura 45 – Remove <i>dog ear</i>	56
Figura 46 – Remover diafragma	56
Figura 47 – Inserir <i>cage</i> dos <i>fingers</i>	56
Figura 48 – Remover anel.....	56
Figura 49 – Remover <i>fingers</i>	56
Figura 50 – Jante de expansão	60
Figura 51 – Chapa da <i>turning table</i>	60
Figura 52 – Jante de expansão modo <i>setup</i>	61
Figura 53 – Olhal	62
Figura 54 – Meia lua.....	62
Figura 55 – Cintas de jante de expansão.....	64
Figura 56 – Olhal	64
Figura 57 – Posição da meia lua	64
Figura 58 – Régua de parafusos para o tambor	94
Figura 59 – Parafuso para o tambor.....	94
Figura 60 – Inserir segmentos, antes	94
Figura 61 – Inserir segmentos, depois	94
Figura 62 – Balança	95
Figura 63 – <i>Monorail</i> com balança	95
Figura 64 – Cage com <i>fingers</i> , antes	96
Figura 65 – Cage com <i>fingers</i> , depois.....	96
Figura 66 – Identificação das chapas da <i>turning table</i>	97
Figura 67 – Identificação dos parafusos da máquina.....	100
Figura 68 – Carro do <i>setup</i>	101
Figura 69 – Ferramentas indispensáveis à realização dos <i>setups</i>	101
Figura 70 – Carro do <i>setup</i> , protótipo.....	101
Figura 71 – Módulo 1, 1 st <i>stage</i>	102
Figura 72 – Módulo 1, 2 nd <i>stage</i>	102
Figura 73 – Módulo 2, 1 st <i>stage</i>	102
Figura 74 – Módulo 2, 2 nd <i>stage</i>	102
Figura 75 – Módulo 3, 1 st <i>stage</i>	102
Figura 76 – Bancada padrão, implementação 5S.....	103

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Tarefas relativas à mudança de espacejadores	46
Tabela 2 – Tarefas relativas à mudança de segmentos	47
Tabela 3 – Tarefas relativas à mudança de segmentos e espacejadores	49
Tabela 4 – Tarefas relativas à mudança de tambor	50
Tabela 5 – Tarefas relativas à mudança de tambor e espacejadores	52
Tabela 6 – Tarefas relativas à mudança de tambor e segmentos.....	53
Tabela 7 – Tarefas relativas à mudança de tambor, segmentos e espacejadores.....	54
Tabela 8 – Tarefas relativas à mudança de jante	55
Tabela 9 – Tarefas relativas à mudança de jante e espacejadores.....	57
Tabela 10 – Tarefas relativas à mudança de jante e segmentos	58
Tabela 11 – Tarefas relativas à mudança de jante, segmentos e espacejadores ²⁴	58
Tabela 12 – Tarefas e micro tarefas relativas à manipulação da <i>cage dos fingers</i>	59
Tabela 13 – Tarefas relativas à mudança de jante de expansão.....	61
Tabela 14 – Tarefas relativas à mudança da chapa da <i>turning table</i>	62
Tabela 15 – Tabela resumo dos problemas e oportunidades de melhoria identificados.....	66
Tabela 16 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial na mudança de espacejadores.....	69
Tabela 17 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de espacejadores ³³	69
Tabela 18 – Tarefas e micro tarefas relativas à troca de materiais nas estações de desenrolamento	70
Tabela 19 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial na mudança de segmentos.....	71
Tabela 20 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de segmentos, parte 1.....	71
Tabela 21 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de segmentos, parte 2.....	72
Tabela 22 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial na mudança de segmentos e espacejadores	73
Tabela 23 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de segmentos e espacejadores, parte 1	73
Tabela 24 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de segmentos e espacejadores, parte 2	74
Tabela 25 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial da mudança de tambor	76
Tabela 26 – Tarefas e micro tarefas relativas à remoção do tambor	76
Tabela 27 – Micro tarefas relativas à tarefa “Inserir tambor” na mudança de tambor	77
Tabela 28 – Micro tarefas relativas à tarefa “Arrumar <i>monorail</i> do <i>setup</i> ”	77
Tabela 29 – Micro tarefas relativas à tarefa “Verificar camada e telas” na mudança de tambor ⁴¹	77
Tabela 30 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial mudança de tambor e espacejadores .	78
Tabela 31 – Micro tarefas relativas à tarefa “Inserir tambor”, nas mudanças conjugadas.....	78
Tabela 32 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial da mudança de tambor e segmentos..	79
Tabela 33 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial da mudança de tambor, segmentos e espacejadores ⁴³	79
Tabela 34 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante.....	81
Tabela 35 – Micro tarefas relativas à tarefa “Remover tambor” na mudança de jante.....	81
Tabela 36 – Tarefas e micro tarefas relativas à remoção das <i>dog ears</i> ⁴⁵	81
Tabela 37 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante, parte 1	82
Tabela 38 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante, parte 2	83
Tabela 39 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante, parte 3	84

Tabela 40 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante, parte 4	85
Tabela 41 – Micro tarefas relativas à tarefa “Verificar camada e telas” na mudança de jante ⁴⁸	85
Tabela 42 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante e espacejadores.....	86
Tabela 43 – Micro tarefas relativas à tarefa “Remover tambor” na mudança de jante conjugada	86
Tabela 44 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante e segmentos	87
Tabela 45 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante, segmentos e espacejadores ⁵⁰	87
Tabela 46 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante de expansão, parte 1	89
Tabela 47 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante de expansão, parte 2	90
Tabela 48 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança da chapa da <i>turning table</i>	91
Tabela 49 – Impacto das ações da fase 1 do SMED	92
Tabela 50 – Impacto da preparação de tambores	93
Tabela 51 – Impacto da implementação das réguas de parafusos.....	95
Tabela 52 - Impacto da remoção da estrutura externa da <i>cage</i>	96
Tabela 53 – Informações para a posição da meia lua, segundo o perímetro do pneu em verde....	98

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Duração dos <i>setups</i>	63
Gráfico 2 -Impacto das ações nos <i>setups</i>	104
Gráfico 3 – Impacto das propostas de melhoria nos <i>setups conjugados</i>	106

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

CST	<i>Commercial Specialty Tires</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
PIB	Produto Interno Bruto
P. Porto	Instituto Politécnico do Porto
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo objetiva introduzir o presente projeto. Em primeiro lugar é feito o enquadramento do tema, tendo como foco a importância e pertinência deste. De seguida são especificados os objetivos, a metodologia de investigação adotada e, é feita a apresentação da empresa onde teve lugar o projeto. Por fim é apresentada a estrutura do trabalho.

1.1. Enquadramento e pertinência

Portugal é um país onde a indústria automóvel tem um peso muito importante, quer a nível de emprego, PIB e exportações, representando 25% do total de exportações de bens transacionáveis (ACAP, 2020). Este setor, está a tornar-se cada vez mais competitivo e exigente, com prazos de entrega cada vez mais curtos e qualidade esperada pelos clientes cada vez maior.

Atualmente, muitas organizações, principalmente as do setor automóvel, enfrentam dificuldades nos novos mercados competitivos e direcionados para o cliente. Estes fatores representam um grande desafio para as empresas, o que as leva a procurar ferramentas e métodos que lhes permitam manter uma posição competitiva. Nesse contexto, o paradigma *Lean Manufacturing* e o conjunto de ferramentas a ele associado, quando combinadas e amadurecidas, permitem reduzir e eliminar os chamados sete desperdícios do lean (excesso de produção, esperas, transportes, *stocks*, movimentações, sobre processamento e defeitos). Isto permite tornar a empresa mais flexível, ágil e, conseqüentemente, mais competitiva (Bhamu & Sangwan, 2014; Wilson, 2009).

Com o crescimento contínuo da população mundial e a necessidade crescente de produção agrícola, o número de operações em grande escala aumenta e, conseqüentemente, a procura de pneus eficientes para a agricultura. Neste segmento (pneus), a Continental Mabor – Indústria de Pneus, tem anos de experiência como fabricantes de topo (Bublitz, 2018). Em 2016, a empresa localizada em Lousado, abraçou um novo projeto denominado “*LousAgro*”, que teve como objetivo a criação de uma nova unidade produtiva, destinada à produção de pneus agrícolas. Em setembro de 2017, foi iniciada a produção de pneus agrícolas na unidade CST (*Commercial Specialty Tires*) (Nedden, Exeler, Fricke, Neves, & Neves, 2018) e, deste então, a produção tem sido crescente. Aliado a este crescimento, o portefólio de artigos produzidos (pneus) tem vindo a aumentar, fazendo com que a empresa tenha cada vez mais necessidade de aumentar a sua flexibilidade.

Uma forma de aumentar a flexibilidade é através da redução do tamanho dos lotes, o que leva, conseqüentemente, a um aumento significativo do número de *setups*. A habilidade para executar um *setup* rapidamente, é geralmente reconhecida como essencial para a flexibilidade e a produção de pequenos lotes (McIntosh, Culley, Mileham, & Owen, 2000). Segundo Shingo (1985) “A produção flexível apenas poderá ocorrer através da implementação do SMED (*Single Minute Exchange of Die*)”. O autor afirma ainda que “os resultados do SMED vão além da redução dos tempos de *setup*. As empresas que adotem o sistema SMED podem obter vantagens estratégicas fundamentais ao eliminar ou reduzir o *stock* e revolucionar o seu conceito básico de produção”.

Do ano de 2018 para o ano de 2019, o número de *setups* decorridos nas máquinas de construção de pneus agrícolas da Continental Mabor, aumentou em mais de 200%, devido ao crescente número de referências produzidas (CGMS, 2020). Neste âmbito surgiu a oportunidade para o desenvolvimento de um projeto de melhoria, onde foi inserido o presente trabalho. Este projeto

consiste essencialmente na aplicação da metodologia SMED, nas máquinas de construção de pneus agrícolas, na unidade de CST da Continental Mabor.

Considera-se pertinente a realização deste projeto nas instalações da Continental Mabor, uma vez tratar-se de um importante "*player*" no setor automóvel, sendo o 5º maior exportador nacional, contribuindo de forma expressiva para o PIB do país (Mabor, 2019), exportando cerca de 98% do seu volume de vendas, para um total de 65 países, sendo a Alemanha, Espanha, Reino Unido e França os principais destinos (Nedden et al., 2018).

1.2. Questão e objetivos de investigação

Tendo o enquadramento apresentado por ponto de partida, este projeto organizou-se para responder à seguinte questão de investigação: “De que forma o SMED pode melhorar o processo produtivo de pneus agrícolas, mediante a redução dos tempos de *setup* das máquinas de construção de pneus agrícolas da Continental Mabor?”.

Para responder à questão enunciada, estabeleceu-se o seguinte objetivo geral:

- Melhorar o processo produtivo de construção de pneus agrícolas, na Continental Mabor, através da implementação de conceitos e ferramentas inerentes ao *Lean Manufacturing*, em particular o SMED.

Para a prossecução do objetivo geral desta investigação, formularam-se os seguintes objetivos específicos:

- Efetuar um levantamento e análise detalhada da situação inicial, dos tempos e métodos na realização dos *setups*
- Identificar os problemas existentes e oportunidades de melhoria usando as ferramentas do *lean manufacturing*, nomeadamente o SMED
- Avaliar as propostas de melhoria, analisando qual o retorno da implementação destas (redução da duração dos *setups*)
- Implementar as propostas aceites pela empresa
- Avaliar os resultados e o impacto das melhorias implementadas
- Retirar as conclusões finais, respondendo à questão de investigação tendo em consideração os resultados obtidos no passo anterior
- Sugerir propostas de trabalho futuro.

1.3. Opções metodológicas

A metodologia de investigação tem como objetivo servir de apoio ao desenvolvimento do projeto, desde a fase inicial até à sua conclusão. Para a realização deste projeto foi necessário definir uma metodologia de investigação. Deste modo, foi seguida a metodologia Investigação – Ação ou *Action-Research*.

O conceito da metodologia investigação-ação consiste na produção de conhecimento guiada pela prática, com a modificação de uma dada realidade ocorrendo como parte do processo de pesquisa. Assim, a investigação-ação visa produzir conhecimento (objetivo científico) e resolver um problema prático (objetivo técnico) (Mello, Turrioni, Xavier, & Campos, 2012).

Segundo Susman e Evered (1978) esta metodologia é um processo cíclico e divide-se em cinco fases (diagnóstico, planeamento das ações, implementação das ações, avaliação e conclusões), como é ilustrado na figura 1.

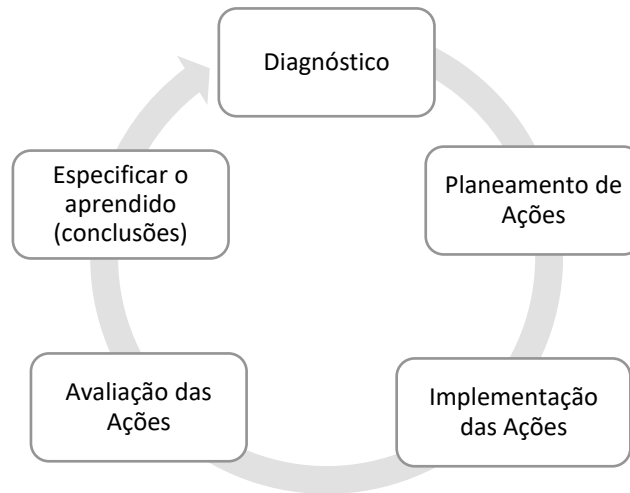


Figura 1 - O Processo cíclico da metodologia investigação-ação

- **Diagnóstico:** consiste na identificação ou definição do problema (Susman & Evered, 1978). No caso em particular deste projeto, numa primeira fase identificaram-se os problemas existentes no decorrer dos *setups*.
- **Planeamento das ações:** considerar percursos alternativos para a resolução do problema (Susman & Evered, 1978). Após se identificarem os problemas, identificaram-se formas de os resolver através da implementação das ferramentas *lean*.
- **Implementação das ações:** colocar em prática as ações planeadas na fase anterior. (Susman & Evered, 1978).
- **Avaliação das ações:** estudar as consequências das ações (Susman & Evered, 1978), este passo consiste em avaliar o impacto das ações.
- **Especificar o aprendido:** identificar as descobertas gerais (Susman & Evered, 1978), ou seja, esta fase consiste em tirar conclusões dos resultados obtidos no passo anterior.

Gummesson (2000) traçou as dez características principais da investigação-ação, dos quais se pode destacar que a investigação-ação é um processo iterativo, que requer cooperação e ajustes contínuos. Este deverá ser conduzido em tempo real, facto que se verifica neste projeto, uma vez que resulta de um estágio em ambiente industrial, onde são refletidos todos os desafios enfrentados na indústria.

Deste modo, e seguindo a metodologia indicada, numa primeira fase do trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos, livros específicos, dissertações e em alguns sites fidedignos. Paralelamente a esta pesquisa, foi também feito um levantamento da situação inicial da empresa e foram estudadas a dinâmica da empresa, o processo de produção de pneus agrícolas e os *setups* associados aos módulos de construção de pneus agrícolas. Posteriormente, identificaram-se as possíveis formas de resolver os problemas enumerados na fase anterior, realizando-se o planeamento da implementação das ações de melhoria.

Numa terceira fase, executou-se o trabalho propriamente dito, isto é, implementaram-se ações de melhoria, sendo colocado em prática o planeamento realizado na etapa anterior. Na quarta fase do projeto avaliaram-se as ações tomadas anteriormente. Finalmente, na quinta etapa, retiraram-se as conclusões e respondeu-se à questão de investigação, tendo em consideração os resultados obtidos nos passos anteriores. Isto é, identificaram-se os contributos científicos do projeto e apresentaram-se as sugestões de trabalho futuro para, posteriormente, se iniciar novamente o ciclo.

1.4. Apresentação da empresa

A Continental é uma empresa alemã de fabricação automotiva, sendo o quarto maior fabricante de pneus do mundo, fundada em 1871 em Hannover, Alemanha. Desde então, a empresa tem estado em evolução contínua na indústria automóvel (Continental AG, 2018). A nível global, o grupo registou em 2018 um volume de negócios de 44,4 mil milhões de euros e emprega atualmente cerca de 245 mil pessoas em 60 países (Neves, 2019). Em Portugal, o Grupo Continental é constituído por sete unidades, sendo elas a Continental Mabor, a Continental Pneus, a Continental Indústria Têxtil do Ave, a Continental Lemmerz, a Continental Teves, a Continental Advanced Antenna e, a recente Continental Engineering Services (Mabor, 2019). Atualmente, o grupo está entre os 5 maiores fornecedores mundiais da indústria automóvel (Continental AG, 2019).

O presente projeto, foi desenvolvido na Continental Mabor – Indústria de pneus S.A., localizada em Lousado, Vila Nova de Famalicão. Esta, dedica-se exclusivamente à produção de pneus para veículos ligeiros, agrícolas e industriais, tanto para o OEM (*Original Equipment Manufacturer*) como para o mercado de substituição. Em 2017, a Continental Mabor inaugurou a sua nova unidade CST (*Commercial Specialty Tires*) a qual se dedica à produção de pneus agrícolas e industriais. A produção de pneus agrícolas teve início em setembro de 2017 (Nedden et al., 2018) e, deste então, tem sido crescente. Sendo que, no primeiro trimestre de 2018, foram colocados no mercado de substituição 8344 pneus agrícolas e 1985 no mercado OEM (Caldeira, 2018).

1.5. Estrutura do trabalho

A presente projeto encontra-se segmentado em seis capítulos. No corrente capítulo, denominado por Introdução, realizou-se o enquadramento do projeto e demonstrou-se a sua pertinência, foram expostos os objetivos e a questão de investigação, foi descrita a metodologia adotada e finalmente, foi realizada uma breve apresentação da empresa onde foi desenvolvido o projeto.

No capítulo seguinte, é realizado o suporte bibliográfico sobre o paradigma *lean manufacturing*, dando ênfase aos temas que serviram como base para a realização do presente projeto.

No capítulo três, é feita a descrição e análise do processo produtivo de pneus agrícolas e, no quarto capítulo, são caracterizados todos os *setups* realizados nos módulos de construção destes pneus. Por fim, neste capítulo, são ainda fundamentados os problemas identificados ao longo da análise.

Posteriormente, no quinto capítulo, são apresentadas soluções de melhoria para resolução dos problemas identificados no capítulo anterior, tendo por base as ferramentas inerentes ao *lean manufacturing*. Ainda neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos com as melhorias já implementadas e aquelas que se esperam obter com as restantes. Por fim, é realizada a discussão

dos resultados obtidos, analisando o impacto das ações de melhoria no processo produtivo de pneus agrícolas.

Finalmente, no sexto capítulo, são retiradas as conclusões do projeto e são apresentadas as suas limitações, assim como as propostas para trabalho futuro.

2. SUPORTE BIBLIOGRÁFICO DO TRABALHO REALIZADO

De modo a contextualizar este projeto, neste capítulo serão abordados conceitos teóricos e práticos relativos à filosofia *Lean Manufacturing*, bem como algumas ferramentas a esta associadas. De entre as ferramentas que serão abordadas, dar-se-á um maior enfoque ao SMED.

2.1. *Lean Manufacturing*

Após a segunda guerra mundial, a Toyota enfrentava um período de crise devido às dificuldades que a economia japonesa estava a atravessar. Nessa altura, a produção em massa, centrada apenas em grandes volumes de produção e pouca flexibilidade, não resultava devido, essencialmente, ao reduzido volume de vendas e às restrições de capital do país. Ao encarar estas adversidades, Eiji Toyoda, fundador da Toyota Motor Company, e Taiichi Ohno, diretor de produção da empresa, desenvolveram o conhecido *Toyota Production System* (TPS) (Apolinário, 2018).

O TPS é um sistema de produção, cujo objetivo é a redução de custos através da eliminação absoluta de desperdícios (Wilson, 2010). Este sistema, objetiva aumentar a eficiência de produção, através da eliminação contínua de desperdícios e orientação para a satisfação dos clientes, onde rege a premissa que se deve produzir apenas o necessário, nas quantidades necessárias e no momento certo (Shah & Ward, 2003).

Mais tarde, em 1991, James P. Womack e Daniel T. Jones, no seu livro "*The machine that changes the world*", nomearam Eiji Toyoda e Taiichi Ohno como sendo os pioneiros do *lean* (J. Womack & Jones, 1991). De modo a capturar a essência do TPS, os dois autores, desenvolveram o conceito do pensamento *lean*, com base nos valores do TPS, de onde derivam os cinco princípios do *lean*, (Bauer, Brandl, Lock, & Reinhart, 2018):

- 1) Valor
- 2) Cadeia de valor
- 3) Fluxo contínuo
- 4) Sistema pull
- 5) Perfeição

A fim de melhor entender estes princípios, o subcapítulo seguinte, explica cuidadosamente, cada um deles.

2.1.1. Os Princípios do *Lean*

Segundo Womack & Jones (2003), a definição de **valor**, primeiro princípio do *lean*, deve advir sempre da perspectiva do cliente. Todos os requisitos dos clientes (não só o cliente final, mas também o individuo que realiza a atividade de processamento subsequente) devem ser satisfeitos.

O segundo princípio, **cadeia de valor**, compreende todas as etapas que são necessários para a criação do produto, desde o pedido do cliente até à sua entrega (Rother & Shook, 2003). Este princípio, consiste em mapear o fluxo de valor para o produto, ou seja, definir o conjunto de ações necessárias para a sua produção (J. O. Womack & Jones, 2003). A identificação da cadeia de valor

umenta significativamente a compreensão do processo e, portanto, ajuda a evidenciar problemas que anteriormente não eram detetados (Bauer et al., 2018).

O princípio do **fluxo contínuo**, cumpre fundamentalmente o princípio guia do TPS, a orientação para o cliente, reduzindo o tempo desde a entrada do pedido até à entrega deste, com o layout de produção baseado num fluxo contínuo (Bauer et al., 2018). Este princípio visa um fluxo contínuo quer de informação, quer de materiais, sem interrupções nem esperas, evitando a acumulação de *stock* (Apolinário, 2018).

O quarto princípio, **sistema pull**, implica a entrega do produto ou serviços sobre a procura dos clientes, isto é, os pedidos dos clientes acionam o processo de fabricação. Este princípio permite a redução de *stocks*, uma vez que, visa que o cliente acione o processo de produção, ao invés de empurrar os produtos, geralmente indesejados, para os clientes (J. O. Womack & Jones, 2003)

À medida que as organizações especificam o valor com precisão, identificam todo o fluxo de valor, fazem com que as etapas fluam continuamente e permitem que os clientes puxem pelos produtos da empresa, percebe-se que o processo de redução de esforço, tempo, espaço, custos e erros, não tem fim. Entrando-se assim no quinto e último princípio do *lean*, a **perfeição** (J. O. Womack & Jones, 2003). Os quatro primeiros princípios (valor, cadeia de valor, fluxo e sistema pull), interagem num círculo virtuoso, culminando com a procura da perfeição, o último princípio.

2.1.2. Os Desperdícios do *Lean*

Como referido anteriormente, o *lean* é baseado fundamentalmente na identificação e eliminação de desperdícios. Desperdício refere-se a todos os elementos de produção que não agregam valor ao produto (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011). Segundo Ohno (1988), quando se pensa na eliminação absoluta de desperdícios, vem-nos à mente a melhoria da eficiência e redução de custos. O autor defende ainda que, a verdadeira melhoria da eficiência ocorre quando se produz zero desperdício e se eleva a percentagem de trabalho a 100%. Para isso, o autor identificou os sete desperdícios do *lean*:

- 1) **Sobreprodução**: produção superior à procura do mercado, isto é, produzir em demasia ou cedo de mais (Liker, 2004; Hines et al., 2011).
- 2) **Stock**: todo o tipo de *stock* é considerado um desperdício, a menos que seja diretamente necessário para atender aos pedidos dos clientes (Hicks, 2007).
- 3) **Transporte**: movimentação dos produtos. Enquanto os produtos são transportados, não lhes é acrescentado valor do ponto de vista do cliente (Melton, 2005)
- 4) **Sobre processamento**: processar o produto além do que o cliente valoriza e está disposto a pagar (Wilson, 2010)
- 5) **Esperas**: períodos de inatividade dos colaboradores, causada por défice de ferramentas de trabalho, indisponibilidade de materiais, avarias, entre outros (Hines et al., 2011)
- 6) **Movimentações**: qualquer movimentação levada a cabo pelos colaboradores que não acrescente valor ao produto (Liker, 2004)
- 7) **Defeitos**: peças defeituosas ou submetidas a retrabalho ou descartadas (Liker, 2004)

A fim de melhor entender cada um dos desperdícios, vejamos cuidadosamente, cada um deles.

A **sobreprodução** é, provavelmente, o desperdício mais comum em ambiente industrial. Este desperdício manifesta-se em produtos acabados desnecessários que simplesmente se acumulam

(Ortiz, 2006). A sobreprodução é resultado, sobre tudo, da produção em grandes lotes, antecipação da produção, longos períodos de *setup* entre outros (F. Moreira, Sousa, & Alves, 2010). É importante entender o efeito dominó que resulta dos desperdícios, isto é, um desperdício leva a outro. Por exemplo, a sobreprodução, implica outros tipos de desperdício, como o excesso de colaboradores, transporte, *stock* e todos os custos associados a este (Moreira et al., 2010; Ortiz, 2006).

A existência de **stock**, transmite uma sensação de segurança, no entanto, este trata-se de um desperdício que gera outros desperdícios e esconde problemas como processos ineficientes, desequilíbrio da produção, fornecedores que não cumprem os prazos de entrega, *setups* longos, entre outros. A existência de *stock*, leva a que os materiais armazenados corram o risco de obsolescência e/ou deterioração, tendo muitos custos associados. (Ohno, 1978; Moreira et al., 2010; Ortiz, 2006).

Um outro desperdício é o **transporte**. Este é necessário para mobilizar os materiais de um local para outro, resultando de um planeamento da produção inadequado, *layouts* ineficientes, entre outros, dando origem a desperdícios de tempo, recursos e, conseqüentemente, desperdício de dinheiro (Ortiz, 2006; Hines et al., 2011).

No que respeita ao **sobre processamento**, este é semelhante à sobreprodução, no sentido de que é um esforço redundante que não agrega valor ao produto (Ortiz, 2006). A principal causa que leva à ocorrência deste desperdício, é o uso de métodos inadequados, traduzindo-se em conseqüências como ocorrência de defeitos, perda de tempo e materiais, levando a esperas (F. Moreira et al., 2010). As **esperas**, por sua vez, ocorrem quando os processos de produção não estão sincronizados, levando a que um operador fique inativo. As esperas resultam essencialmente da falta de materiais, má programação da produção, *setups* longos, entre outros (Ortiz, 2006).

Relativamente às **movimentações**, estas são vistas como desperdício sempre que não agregam valor ao produto, isto é, movimentos como alcançar, procurar ou caminhar (Liker, 2004; Ortiz, 2006). Segundo Hines (2011), as movimentações excessivas resultam num fluxo pobre e em longos períodos de espera.

Devido à sua visibilidade, os **defeitos** são facilmente detetados por inspeção dentro da empresa, sendo a principal preocupação de qualquer departamento da qualidade. A não conformidade do produto implica retrabalho (na possibilidade de recuperar o produto) ou a sua rejeição e eliminação (F. Moreira et al., 2010). O fabrico de produtos com defeito, leva a um aumento dos custos de produção, tornando-se assim necessário identificar a origem das não conformidades.

Liker (2004) defende ainda a existência de um oitavo desperdício, o não aproveitamento do potencial e da criatividade dos colaboradores. A utilização da criatividade dos operadores, pode levar a melhorias do sistema produtivo, tendo em conta que estes lidam diariamente com os processos de produção e terão, certamente, sugestões de melhoria válidas para a redução dos desperdícios.

Em suma, é importante identificar os desperdícios existentes e as suas causas, uma vez que o principal objetivo da metodologia *lean* é a eliminação destes e integração de toda a cadeia de valor, num fluxo contínuo, comandado pela procura dos clientes, com o intuito de atingir a perfeição.

2.2. Ferramentas e Técnicas *Lean Manufacturing*

Neste subcapítulo são apresentadas algumas ferramentas e técnicas subjacentes ao *lean manufacturing*, que permitem a identificação e eliminação de alguns dos desperdícios referidos. Deste modo, serão abordados os 5S, gestão visual e por último o SMED (*Single Minute Exchange of Die*).

2.2.1. Metodologia 5S

Na década de 1970 e 80, quando os americanos faziam peregrinações às fábricas japonesas, a primeira reação era devida ao facto de estas serem extremamente limpas. Para os japoneses, isso era simplesmente uma questão de orgulho, mas os esforços destes iam além de manter a fábrica limpa e organizada, abrangiam uma série de atividades para eliminação de resíduos que contribuía para erros, defeitos e lesões no local de trabalho e, isto era conseguido através dos 5Ss (Liker, 2004).

A metodologia 5S, é um poderoso sistema de organização do local de trabalho, sendo o primeiro passo para a melhoria da produtividade (Hines et al., 2011). O termo “5S” deriva das palavras japonesas para cinco práticas que levam, a um ambiente de trabalho limpo e organizado: *seiri* (selecionar), *seiton* (organizar), *seiso* (limpar), *seiketsu* (padronizar), *shitsuke* (sustentar) (J. O. Womack & Jones, 2003). Esta metodologia é usada para estabelecer e manter um ambiente de qualidade, partindo do princípio de que um bom ambiente de trabalho motiva os colaboradores a desempenharem as suas tarefas com qualidade, com pouco ou nenhum desperdício e alta produtividade. Um ambiente de trabalho mau e sujo, distrai a atenção dos colaboradores, fazendo-os produzir mais defeitos. Este conceito é usado não apenas para melhorar o ambiente de trabalho, mas também para melhorar a consciência, o pensamento e a filosofia de trabalho (Kiran, 2017).

Em suma, 5S é uma abordagem sistemática e racional para um local de trabalho livre de desordem e seguro, com o objetivo de reduzir o desperdício e promover a melhoria contínua (Kiran, 2017). De modo a melhor entender a metodologia associada ao 5S, vejamos cada um dos princípios isoladamente, figura 2.



Figura 2 – 5S: organização do posto de trabalho (adaptado de Hines et al., 2011)

1) Selecionar

O primeiro passo para a implementação do 5S é a classificação de todos os itens presentes no posto de trabalho e separação de todas as ferramentas e materiais necessários para a realização das tarefas que acrescentam valor, mantendo no posto de trabalho apenas os itens essenciais. Tudo o resto é armazenado noutra local ou descartado (Liker, 2004; Kiran, 2017). Se os itens desnecessários não forem removidos do local de trabalho, os operadores podem utilizar acidentalmente peças erradas, usar instruções desatualizadas ou perder tempo na procura de materiais e ferramentas (Ortiz, 2006).

2) Organizar

Após se ter selecionado os itens a manter no local de trabalho, a próxima etapa é organizá-los de modo a facilitar o fluxo das operações (Kiran, 2017). Todos os itens presentes no posto de trabalho devem ter um lugar específico, que deve estar identificado (Ortiz, 2006). Assim, este passo consiste na organização e criação de locais permanentes para cada elemento, tendo em atenção a ordem e a frequência de uso. O operador deve ser capaz de alcançar imediatamente cada material ou ferramenta comumente usada (Liker, 2004).

No final deste passo, apenas devem estar no posto de trabalho os itens que têm uma localização específica identificada, havendo “um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar”. Em suma, o segundo S é o processo de organizar além de classificar, e inclui a identificação dos locais, nomes e quantidades (Liker, 2004; Ortiz, 2006).

3) Limpeza

O terceiro S é bastante autoexplicativo, tudo no posto de trabalho deve estar limpo e organizado, promovendo a motivação dos operadores e ajudando a prevenir acidentes e possíveis lesões (Ortiz, 2006).

Pisos molhados e sujos são um risco para a segurança de todos os colaboradores que circulam na área, portanto, eles devem ser mantidos limpos e livres de detritos. As bancadas de trabalho e zonas de armazenamento sujas, assim como materiais estranhos podem causar falhas ou originar

defeitos. Deste modo, é essencial manter o posto de trabalho limpo, assim como as ferramentas, promovendo a longevidade e conformidade destas. Os equipamentos devem também ser frequentemente limpos, por forma a diminuir a possibilidade de avarias. Deste modo, cada posto de trabalho deve ter um kit de limpeza, sendo os operadores os responsáveis por limpar o seu local de trabalho (Ortiz, 2006). Assim, o operador sente-se responsável, não apenas pela produção e qualidade dos produtos, mas também pelo funcionamento adequado da sua máquina. Deste modo, deve-se destacar que manter a limpeza deve fazer parte do trabalho diário, não sendo visto como uma atividade ocasional, iniciada apenas quando o ambiente de trabalho fica desarrumado ou sujo. (Kiran, 2017) Para além disto, o processo de limpeza geralmente atua como uma forma de inspeção, que expõe as condições anormais que podem prejudicar a qualidade do produto, ou causar falhas na máquina (Liker, 2004).

4) **Padronizar**

Para garantir a conformidade dos três primeiros Ss, devem ser desenvolvidos padrões, por forma a monitorizar o progresso. Os padrões de limpeza e organização devem ser colocados claramente em cada posto de trabalho (Ortiz, 2006).

Esta etapa consiste na criação de regras, e no desenvolvimento de sistemas e procedimentos para manter e fiscalizar os três primeiros sensos (Liker, 2004). Uma técnica particular característica deste princípio, é a gestão visual (Kiran, 2017).

5) **Sustentar**

Este passo consiste essencialmente em promover a autodisciplina e manter um local de trabalho estabilizado impulsionando a melhoria contínua (Liker, 2004). Esta etapa objetiva manter os resultados obtidos nas etapas anteriores, através da criação de hábitos e autodisciplina (Liker, 2004).

Mudar mentalidades não é fácil, e manter o programa 5S é o desafio mais difícil. Os humanos são naturalmente resistentes à mudança, por essa razão muitas empresas completam os primeiros quatro Ss e voltam novamente ao ponto de partida em poucas semanas, pois falham na prossecução da última etapa. Deste modo, os gestores da empresa devem assumir a responsabilidade por continuar a comunicar a mensagem 5S, por promover inspeções regulares e incentivar o cumprimento da metodologia. Os próprios operadores, devem também ser motivados para a criação de resultados satisfatórios em termos de 5S (Liker, 2004; Kiran, 2017).

Em suma, a implementação bem sucedida do 5S, aumenta não apenas a eficiência, a produtividade e o nível de qualidade a um determinado custo, como também a eficácia organizacional (Gapp, 2008).

2.2.2. Gestão Visual

A gestão visual torna-se importante, uma vez que permite o “controlo pela visibilidade”, isto é, permite uma maior facilidade no desenvolvimento de trabalho, e compreende a utilização do método visual para identificação de problemas, desperdícios e oportunidades de melhoria na empresa (Bicheno & Holweg, 2009).

Deste modo, pode-se definir gestão visual como um método que, quando implementando, resulta na exposição de informações relevantes, facilitando as tarefas desenvolvidas pelos colaboradores (Manuel, 2014).

As ferramentas visuais constituem uma parte importante do processo de comunicação que impulsiona o *lean manufacturing*. Uma das principais premissas do TPS é que, cada pessoa envolvida deve ser capaz de ver e compreender totalmente os diferentes aspetos do processo e o seu estado, a qualquer momento (J. O. Womack & Jones, 2003). Pelo que, a gestão visual integra a implementação das ferramentas associadas ao *lean manufacturing*.

2.2.3. SMED

O SMED (*Single Minute Exchange of Die*) nasceu ao longo de um período de dezanove anos, em meados da década de 80, como resultado do trabalho de Shigeo Shingo que examinou de perto os aspetos teóricos e práticos da melhoria do *setup* (Shingo, 1985). Demorou vários anos para Shingo aperfeiçoar o processo de redução do tempo de *setup* e projetá-lo como um conjunto estruturado de etapas (Feld, 2001). O autor, através do SMED, reduziu o tempo de *setup* das grandes prensas de moldagem na Mazda Automobile Industry em 57% (Shingo, 1985).

Ao longo do desenvolvimento da metodologia SMED, Shingo (1985) notou a existência de dois tipos de *setup* distintos:

- *Setup* interno, operações que só podem ser realizadas com a máquina parada
- *Setup* externo, operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento

Após definir os dois tipos de *setup*, o autor decompôs a implementação da metodologia em quatro estágios, figura 3.

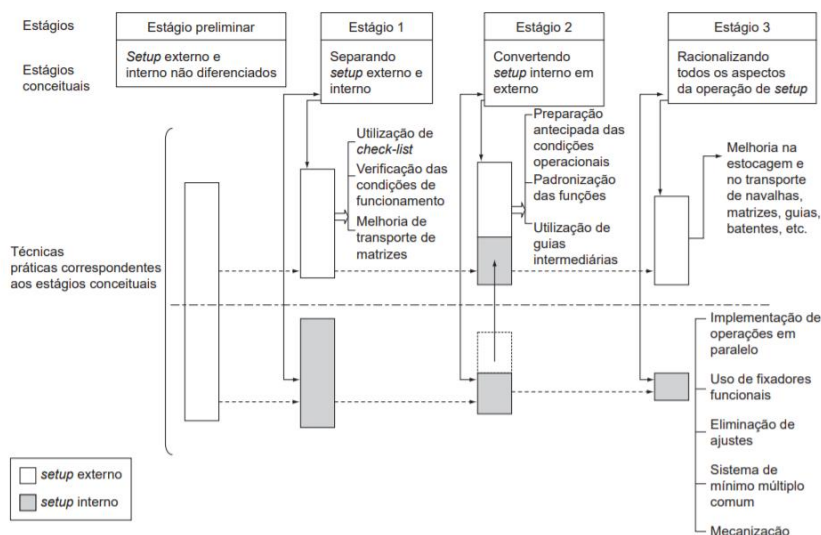


Figura 3 – Estágios do *setup* e técnicas práticas (adaptado de McIntosh et al., 2000)]

Estágio preliminar: *setup* interno e externo não são diferenciados (Shingo, 1985), estágio 0 da figura 4.

O que poderia ser feito externamente (com a máquina em funcionamento), é realizado internamente e, portanto, as máquinas permanecem paradas por longos períodos. Deste

modo, torna-se necessário separar todas as atividades do processo. Para isso existem várias possibilidades, a melhor abordagem seria analisar continuamente o *setup* e realizar cronometragens, no entanto, esta análise, exige muito tempo e requer uma grande habilidade. Outra possibilidade, seria recorrer à amostragem, contudo esta abordagem é adequada apenas para tarefas repetitivas. Deste modo, Shingo concluiu que o melhor método será gravar em vídeo de toda a operação de *setup* para posteriormente ser analisado cuidadosamente (Shingo, 1985; Feld, 2001). Durante a análise, deve ser explorado o método de trabalho utilizado, devem ser definidas as tarefas envolvidas para a realização do *setup* e, finalmente, deve ser determinado o tempo necessário para cada uma das tarefas. Depois de terminada esta análise, torna-se então possível avançar para as restantes etapas do SMED que contribuem diretamente para a redução do tempo de *setup* (Carvalho, 2015).

Estágio 1: Separar *setup* externo e interno (Shingo, 1985), estágio 1 da figura 4.

Segundo Shingo (1985), a etapa mais importante do SMED é a distinção entre *setup* externo e *setup* interno. O autor defende que se forem reunidos esforços para tratar o máximo das operações do *setup* como externas, então o tempo de máquina parada, pode geralmente ser reduzido de 30% a 50%. Deste modo, dominar a distinção entre *setup* interno e externo é, portanto, o passaporte para alcançar o SMED.

Estágio 2: Converter *setup* interno em *setup* externo (Shingo, 1985), estágio 2 da figura 4.

A segunda fase da implementação da metodologia, envolve dois princípios importantes:

- Reexaminar as operações e verificar se algumas das tarefas identificadas foram incorretamente consideradas como internas
- Encontrar oportunidades de converter essas tarefas em *setup* externo

As operações que inicialmente foram consideradas como *setup* interno, podem frequentemente ser convertidas para *setup* externo reexaminando a sua função. É extremamente importante, adotar novas perspectivas que não sejam limitadas pelos velhos hábitos (Shingo, 1985).

Estágio 3: Racionalizar todos os aspetos da operação do *setup* (Shingo, 1985), estágio 3 da figura 4.

Nesta fase da implementação da metodologia, devem-se reunir esforços para reduzir o tempo de cada elemento do *setup*, tanto externo como interno. Assim, o terceiro estágio, exige uma análise detalhada de cada operação elementar, na tentativa de reduzir o tempo através de alterações, por exemplo, minimizar a utilização de parafusos e ajustes (Shingo, 1985; Feld, 2001).

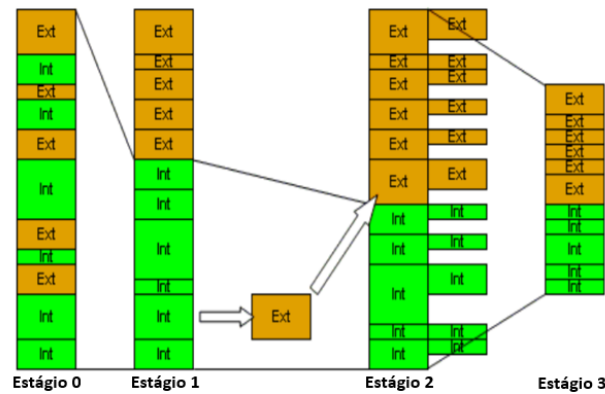


Figura 4 – Estágios do SMED (adaptado de A. C. Moreira & Pais, 2011)

Os resultados do SMED vão além da redução dos tempos de *setup*, as empresas que adotam este sistema podem obter vantagens estratégicas fundamentais eliminando *stocks* e revolucionando o seu conceito básico de produção (Feld, 2001). Para Shingo (1985) a implementação da metodologia SMED tem inúmeras vantagens, entre as quais:

- Redução do tempo de *setup*
- Redução de *stock*
- Redução de esperas de processos
- Eliminação da espera de lotes
- Possibilidade de produção em pequenos lotes
- Aumento da flexibilidade de produção
- Aumento da capacidade produtiva
- Simplificação da limpeza, uma vez que a padronização dos *setups* reduz o número de ferramentas necessárias, e aquelas que são necessárias, estão organizadas de forma funcional
- Melhoria da qualidade

Finalmente, é possível concluir que o sistema SMED permite uma produção diversificada, de pequenos lotes com níveis de *stock* reduzidos. Além disso, quando o sistema de produção adotado minimiza o *stock*, pode-se esperar um aumento de produtividade e um uso mais eficiente do espaço. Permitindo responder rapidamente às oscilações da procura e criando as condições necessárias para a redução dos tempos de espera (Shingo, 1985; Feld, 2001; Hines et al., 2011).

3. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo de pneus agrícolas, como qualquer processo de fabrico, é um processo complexo. Deste modo, neste capítulo, é feita uma caracterização dos componentes dos pneus agrícolas e é descrito o processo produtivo destes. Por último é feita uma descrição detalhada da fase de construção de pneus agrícolas, onde se encontra inserido o presente projeto.

3.1. Caracterização do pneu agrícola

O pneu agrícola é um produto constituído essencialmente por componentes têxteis, metálicos e de borracha. Cada fabricante possui configurações próprias de fabrico de pneus, ajustando-as segundo o modelo e o fim a que se destinam. No setor agrícola da Continental Mabor, produzem-se dois modelos de pneus agrícolas: o Tractor70 que proporcionam uma manobrabilidade suave e uma melhor tração devido à sua ampla superfície de contacto com o solo e o Tractor85 que tem uma maior versatilidade, adequando-se a todas as estações e superfícies, garantindo um maior conforto tanto nos campos como na estrada (Continental, 2019).

O pneu agrícola é composto por várias camadas de componentes, cada qual com uma posição e nomes específicos. De seguida, são apresentados os principais componentes do pneu (Continental, 2019).

- **Camada estanque** (ver número 1 na figura 5): como o próprio nome indica, tem a função de estancar o ar.
- **Tela têxtil** (ver número 2 na figura 5): corresponde a tecido têxtil previamente impregnado (revestido) por borracha, cuja função prende-se em absorver os impactos sofridos pelo pneu.
- **Piso** (ver número 3 na figura 5): componente que fica em contacto direto com o solo e permite que o veículo se mova, curve e trave. Este componente é projetado para resistir ao desgaste, a abrasão e ao calor.
- **Parede** (ver número 4 na figura 5): componente cuja função principal se prende em proteger de impactos e permitir um certo nível de amortecimento ao piso irregular.
- **Talão** (ver número 5 na figura 5): componente que constitui o aro do pneu e que garante um ajuste adequado do pneu à jante. O núcleo do talão é composto por espiras de arame de aço coberto por borracha, formando um anel ao qual é alocado um perfil de borracha em forma de cunha.

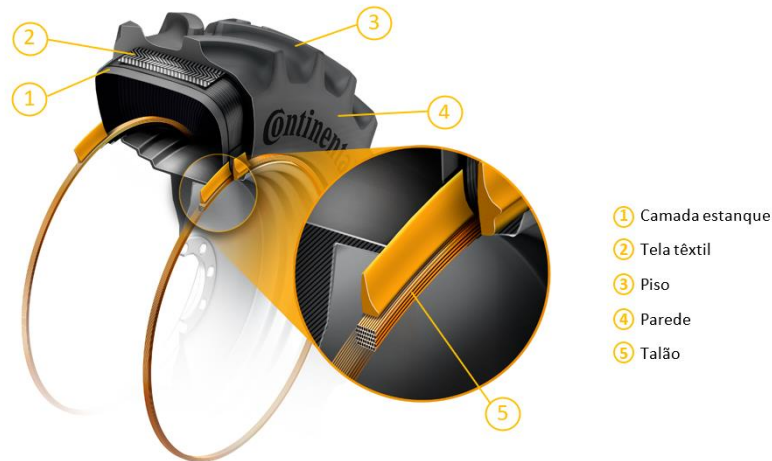


Figura 5 – Componentes do pneu agrícola (adaptado de Continental, 2019)

3.2. Processo produtivo de pneus agrícolas

O processo produtivo de pneus agrícolas na Continental Mabor é constituído essencialmente por cinco fases (figura 6).

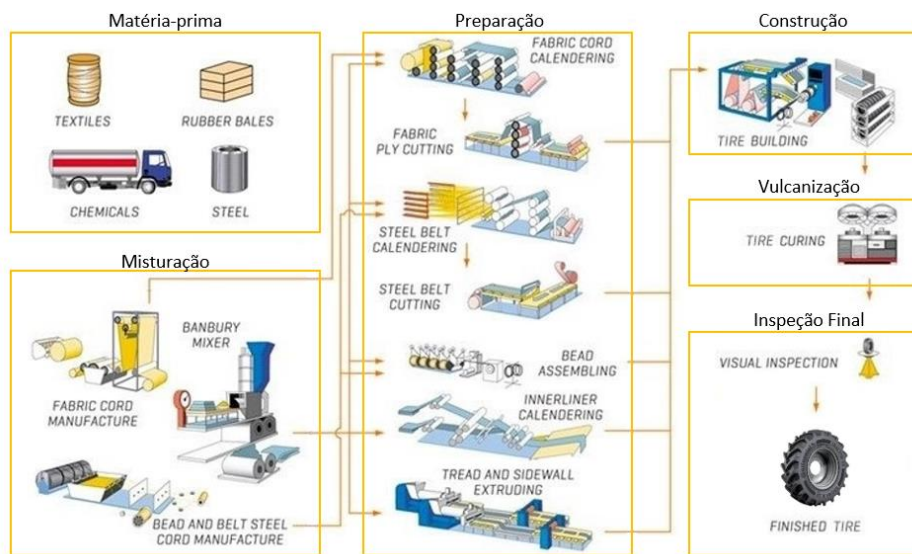


Figura 6 – Processo produtivo de pneus agrícolas (adaptado de Maxxis, 2020)

Na **primeira fase**, Misturação, realiza-se a mistura das diferentes matérias-primas. Aqui produz-se o composto de borracha e são processados os materiais têxteis e metálicos.

De seguida, na **segunda fase** do processo produtivo, Preparação, são preparados os componentes que irão integrar o pneu. Da preparação resultam os pisos, as paredes, a camada estanque, as telas têxteis e os talões.

A **terceira fase**, Construção, ocorre nos módulos de construção onde os componentes produzidos na fase anterior são unidos para formar a carcaça e, posteriormente, o pneu “em verde”, isto é, o pneu não vulcanizado. De seguida, os pneus “em verde” são lubrificados e encaminhados para a

vulcanização (**quarta fase**) onde são submetidos a elevadas pressão e temperatura, durante um determinado período de tempo, para que adquiram as suas características finais.

Finalmente, na **quinta fase**, os pneus são encaminhados para a inspeção final, onde são realizadas inspeções visuais e ensaios, para garantir que os requisitos são cumpridos, sendo de seguida paletizados e encaminhados para o armazém de produto acabado.

3.3. Descrição das operações da fase de *construção*

No fabrico de pneus, a fase da construção, consiste na sobreposição e junção dos vários componentes do pneu (camada estanque, telas têxteis, talões, paredes e piso). Neste capítulo é feita uma descrição detalhada da fase de construção de pneus agrícolas e os *setups* realizados nas máquinas para construção de pneus agrícolas, chamadas de módulos de construção de pneus agrícolas, uma vez que o presente projeto assenta na temática da análise e redução dos tempos de *setup*.

A fase de construção de pneus agrícolas está inserida no departamento de preparação e construção da unidade de produção de CST (*Commercial Specialty Tires*) e corresponde à terceira fase da produção do pneu. A construção de pneus agrícolas é realizada em equipamentos a que se chama módulos de construção, os quais são compostos por dois estágios (*1st Stage* e *2nd Stage*). Do *1st stage* resulta a carcaça do pneu, que garante robustez a longo prazo e pneus mais uniformes para um rolamento confortável (Continental, 2019), do *2nd stage* resulta o pneu “em verde”, isto é, o pneu não vulcanizado. A Continental Mabor, neste momento, possui três módulos de construção, estando a ser projetada a instalação do quarto módulo de construção. De frisar que todos os módulos têm as mesmas características, sendo as operações e *setups* realizados de igual modo.

3.3.1. Construção da carcaça (Construção - *1st Stage*)

A construção de pneus agrícolas inicia-se no *1st stage* dos módulos de construção. Os materiais a serem aplicados no fabrico da carcaça, são armazenados em cassetes (camada estanque e telas têxteis), em carros (paredes) ou em suportes específicos (talões), figura 7, 8 e 9.

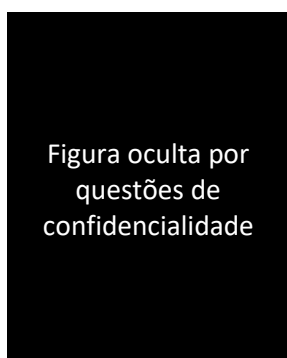


Figura 7 – Cassete

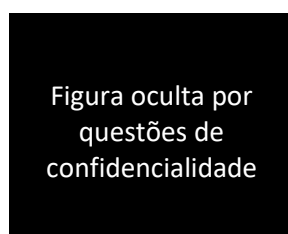


Figura 8 – Carro de paredes

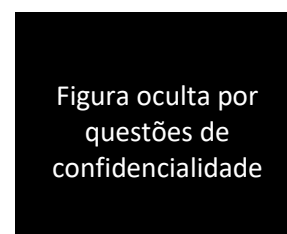


Figura 9 – Suporte de talões

O *1st stage* é composto por estações de desenrolamento, sendo que cada uma armazena e desenrola um material diferente, figura 10.

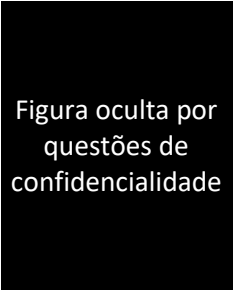


Figura oculta por
questões de
confidencialidade

Figura 10 – Estações de desenrolamento de materiais (1st Stage)

A aplicação dos materiais é realizada na parte frontal da máquina, num tambor colapsável, com uma largura definida na especificação do produto, sendo que cada tambor, por jante, é ajustável em largura num determinado intervalo, figura 11.

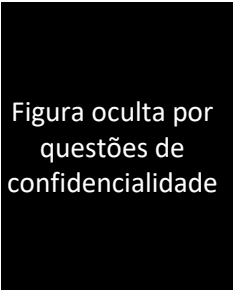


Figura oculta por
questões de
confidencialidade

Figura 11 – Tambor

Na parte frontal da máquina, são colocados os talões encostados ao anel de talão, e é iniciado o ciclo de produção, figura 12. De seguida, são encaminhados até ao tambor, os materiais provenientes das estações de desenrolamento, numa sequência definida na receita do artigo a produzir.

Assim que o ciclo é iniciado, as *dog ears*, também denominadas por extensores de tambor, movimentam-se até junto deste, acrescentando-lhe largura, para que sobre estas, fiquem sobrepostos os materiais (camada estanque e telas) que, posteriormente, serão virados sobre os talões. Ao longo do processo de sobreposição da camada estanque e das telas, são realizadas carretilhagens efetuadas por um conjunto de carretilhas. A carretilhagem tem como finalidade obter a fixação entre os materiais e remover o ar entre estes, sendo realizada numa passagem, percorrendo a extensão do tambor, em condições controladas por receita.

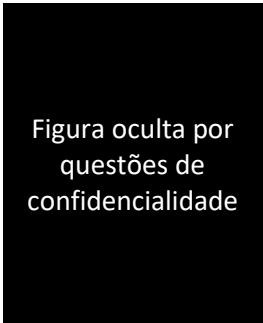


Figura oculta por
questões de
confidencialidade

Figura 12 – Colocação
dos talões

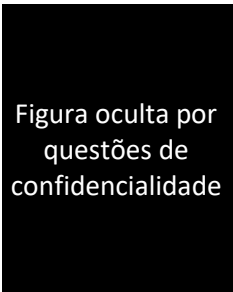


Figura oculta por
questões de
confidencialidade

Figura 13 – Aplicação da tela

Após a sobreposição dos materiais, ocorre o batimento dos talões, para isso, os diafragmas posicionam-se junto do tambor, sob a camada e as telas e, as *dog ears* sobem. De seguida, os *fingers*

aprisionam a camada e as telas contra os diafragmas, de forma a permitir que os anéis deslizem sobre os *fingers* e pressionem os talões contra as laterais do tambor, de modo a fixá-los na carcaça, figuras 14 e 15.

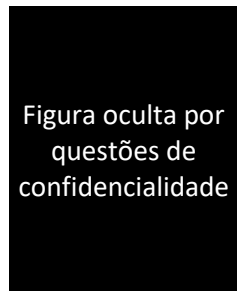


Figura 14 – *Fingers* a executar o aprisionamento da camada e telas

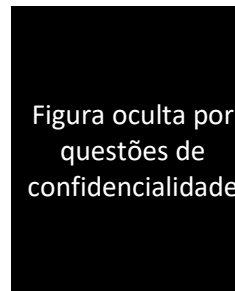


Figura 15 – Batimento dos talões

De seguida, os anéis e os *fingers* recuam e os diafragmas são insuflados com ar, efetuando assim a viragem das telas sobre os talões, figuras 16 e 17.

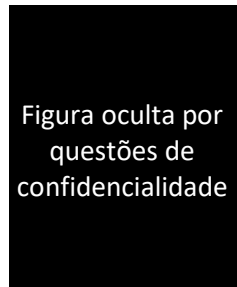


Figura 16 – Anéis e *fingers* a recuar

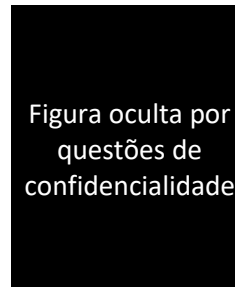


Figura 17 – Execução da viragem das telas

Seguidamente, com as telas viradas, os diafragmas recuam e são aplicadas as paredes laterais figuras 18 e 19.

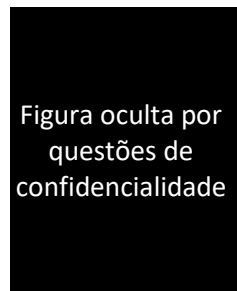


Figura 18 – Telas viradas sobre os talões

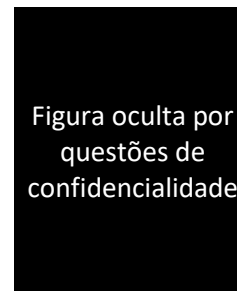


Figura 19 – Aplicação das paredes laterais

Por último, é realizada uma última carretilhagem, o tambor é colapsado e a carcaça é validada e colocada no *monorail*, avançando automaticamente para o estágio seguinte (2nd Stage), figura 20.

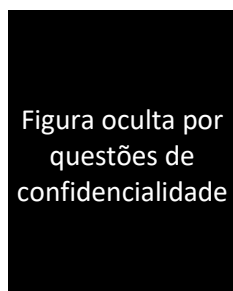


Figura 20 – Tambor colapsado

3.3.2. Construção do pneu “em verde” (Construção – 2nd Stage)

A construção do pneu termina no 2nd stage dos módulos de construção. Aqui são adicionadas cintas e tiras de borracha à carcaça para formar o pneu “em verde”. Os materiais a serem aplicados ao longo do processo de fabrico, para formar o pneu não vulcanizado, são armazenados em cassetes (cintas) e em mesas (borracha), figuras 7 e 21.

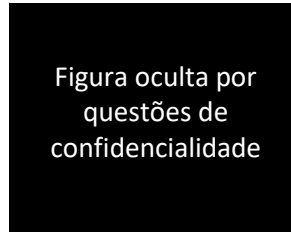


Figura 21 – Mesas de borracha

O 2nd stage é composto por duas estações de desenrolamento, sendo que cada uma armazena e desenrola um material diferente, a saber e sequencialmente: Cinta 1 – Cinta 2, figura 22.

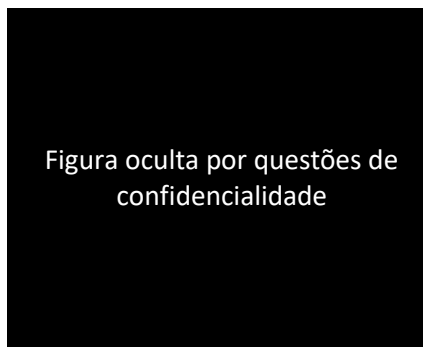


Figura 22 – Estações de desenrolamento de materiais (2nd Stage)

Na parte frontal da máquina, tem-se a jante de expansão, figura 23, na qual é colocada a carcaça vinda do 1st stage, para ser expandida, de forma a adquirir um determinado diâmetro, definido na especificação do produto.

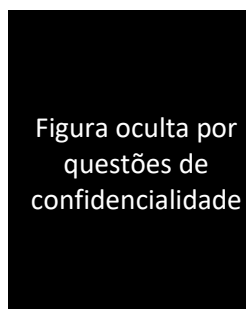


Figura 23 – Jante de expansão

Assim que a carcaça atinge o diâmetro especificado, são aplicadas cintas têxteis que chegam ao posto de trabalho através de um sistema de alimentação superior, idêntico ao existente no 1st stage, figura 24. Ao longo do processo de aplicação das cintas na carcaça, são realizadas carretilhagens, controladas por receita, do mesmo modo como descrito no 1st stage. Posteriormente, é aplicado o piso em tira sobre as telas, figura 25.

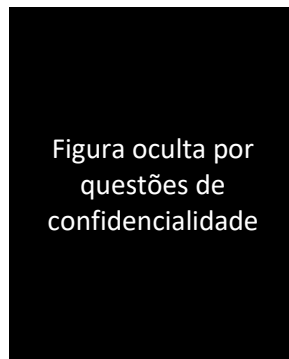


Figura 24 – Aplicação das cintas

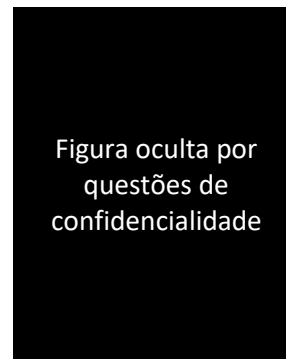


Figura 25 – Aplicação do piso

De seguida, é realizada uma última carretilhagem e o pneu “em verde” é removido da jante de expansão, sendo realizada a limpeza, inspeção visual e validação deste.

Finalmente, o pneu validado é colocado na *turning table* (figura 26) para prosseguir para a quarta fase do processo de fabrico. Para colocação do pneu na *turning table*, este é retirado da jante de expansão e é encostado à chapa da *turning* figura 26.

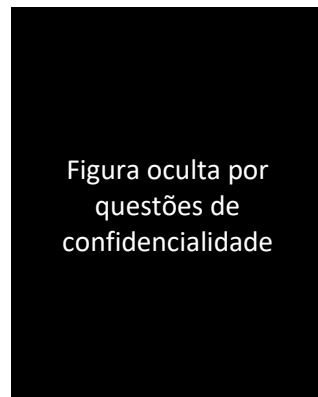


Figura 26 – *Turning table*

Assim que o pneu é colocado na *turning table*, esta volta à posição horizontal, figura 27, e o pneu segue para a fase seguinte.

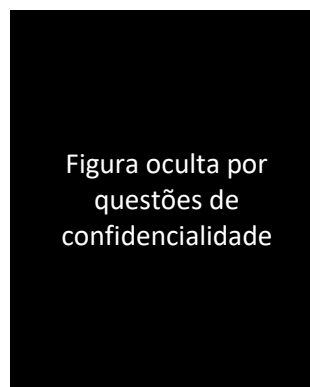


Figura 27 – *Turning table* na horizontal


4. CARACTERIZAÇÃO DOS SETUPS

Neste capítulo, para cada um dos estágios dos módulos de construção (1st stage e 2nd stage), primeiramente, é realizada uma caracterização dos elementos passíveis de serem substituídos ao longo dos setups. Posteriormente, é feita uma descrição detalhada dos setups realizados em cada um dos estágios e, finalmente, são enumerados os problemas identificados ao longo do levantamento da situação inicial.

4.1. 1st Stage dos módulos de construção

Como visto anteriormente, no primeiro estágio dos módulos de construção de pneus agrícolas, é realizada a montagem dos vários componentes (camada estanque, telas têxteis, talões e paredes), de onde resulta a carcaça. De momento, a Continental Mabor, possui máquinas para construção de pneus agrícolas, chamadas de módulos de construção de pneus agrícolas, todas com características idênticas, onde os setups são realizados de igual modo.

O setup consiste na mudança dos componentes do *tooling*, isto é, do conjunto de peças e ferramentas necessárias à construção do pneu, de forma a garantir o cumprimento dos requisitos especificados (Rui Silva, 2017). De seguida são apresentados os elementos do *tooling* relativos ao 1st stage dos módulos de construção de pneus agrícolas.

O *tooling* do 1st stage dos módulos de construção, é composto ¹, figura 28, cuja função, como visto anteriormente, é suportar os vários componentes do pneu. Os tambores de construção, são constituídos por espacejadores, na sua posição central, figura 29 e doze segmentos, nas laterais do tambor, figura 30. É sobre estes dois elementos (espacejadores e segmentos) que é realizada a sobreposição dos componentes do pneu.

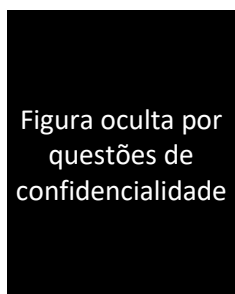


Figura 28 – Tambor de construção

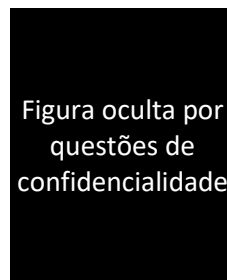


Figura 29 – Espacejador

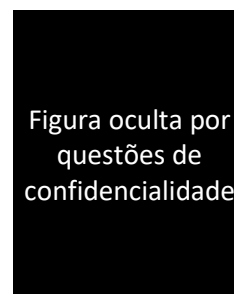


Figura 30 - Segmento

No início do processo de sobreposição, as *dog ears* (figura 31) aproximam-se das laterais do tambor, acrescentando-lhe largura, para que sobre estas, fiquem sobrepostos os materiais (camada estanque e telas) que, posteriormente, serão virados sobre os talões.

Os módulos de construção contêm ainda os *fingers* que, no momento do batimento dos talões, têm a função de segurar a camada estanque e as telas. Os *fingers*, quando retirados da máquina, ficam acondicionados numa *cage*, denominada como *cage dos fingers*, figura 32, a qual é composta por duas estruturas, (estrutura interna, que encaixam nos *fingers* de forma a impedir que estes abram, e a estrutura externa, que tem a função de auxiliar na manipulação da *cage* e dos *fingers*, com ou

¹ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

sem *fingers*), figura 33. De frisar que, para as tarefas de remover ou inserir os *fingers* na máquina, a *cage* externa está sempre colapsada à interna, sendo que no momento de extrair os *fingers* para o interior da *cage* ou extrair os *fingers* para o interior da máquina, a *cage* externa deverá estar desacoplada da interna.

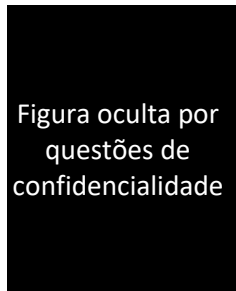


Figura 31 – Dog ear

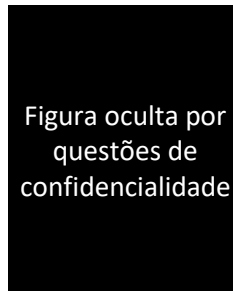


Figura 32 – Cage dos *fingers* com *fingers*

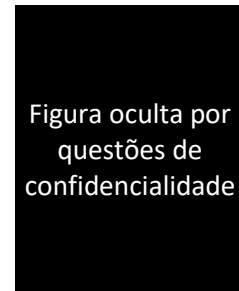


Figura 33 – Cage dos *fingers* sem *fingers*

Ainda como elementos do tooling, os anéis (figura 34), têm a função de fixar os talões às laterais do tambor, enquanto a camada estanque e as telas estão seguras pelos *fingers*. Assim, os anéis atravessam os *fingers*, fixam os talões na carcaça e recuam para a sua posição de partida. Finalmente, os módulos de construção, albergam ainda dois diafragmas (figura 35), responsáveis por executar a viragem das telas sobre os talões.

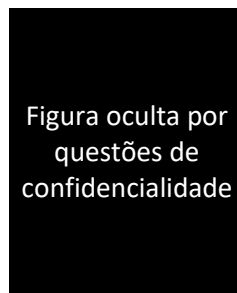


Figura 34 – Anéis

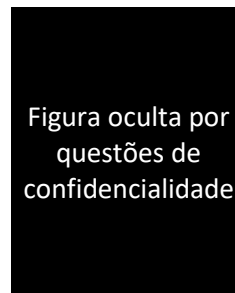


Figura 35 – Diafragma

No primeiro estágio dos módulos de construção de pneus agrícolas são realizados [redacted] ²:

- Mudança de espacejadores
- Mudança de segmentos
- [redacted] ²
- Mudança de tambor
- [redacted] ²
- [redacted] ²
- [redacted] ²
- Mudança de jante
- [redacted] ²
- [redacted] ²
- [redacted] ²

Dado a inexistência de instrução de trabalho para os *setups*, e desconhecendo-se a duração destes, numa fase inicial, foi imperativo acompanhar os vários tipos de *setup* e realizar filmagens destes,

² Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

de maneira a que se pudesse definir e compilar as tarefas realizadas, caracterizar cada uma das mudanças detalhadamente e determinar o tempo necessário para execução de cada uma.

Deste modo, para cada um dos *setups*, considerou-se suficiente a realização de três filmagens. Eventualmente seriam necessárias mais, no entanto, devido á diversidade e complexidade dos *setups* observados e devido a estes serem morosos, considerou-se que de facto, três filmagens seriam suficientes, tendo em conta as limitações em termos de tempo do projeto.

Após se terem realizado as filmagens das mudanças, caracterizou-se cada um dos *setups* e definiu-se as tarefas e micro tarefas, entenda-se como micro tarefa uma operação levada a cabo pelo operador e tarefa como o conjunto das micro tarefas. De seguida, identificou-se o número de operadores necessários para a realização de cada um dos *setups* e a distância percorrida por estes. Finalmente, calculou-se a média do tempo correspondente a cada uma das micro tarefas e respetivas tarefas, de forma a determinar a duração de cada uma das mudanças. Como resultado deste procedimento, nos subcapítulos seguintes descreve-se cuidadosamente cada uma das mudanças, apresentando-se as tarefas, os tempos associados a cada uma e a duração destas.

4.1.1. Mudança de espacejadores

A mudança de espacejadores acontece quando a largura do artigo (pneu) a ser produzido é diferente da largura do artigo produzido anteriormente e, segundo a especificação, os segmentos e o tambor estão de acordo com o especificado, ao contrário dos espacejadores. Este *setup* é realizado apenas por um colaborador, e consiste na troca dos seis espacejadores que constituem o tambor (figura 36) e na mudança dos materiais nas estações de desenrolamento (figura 10).

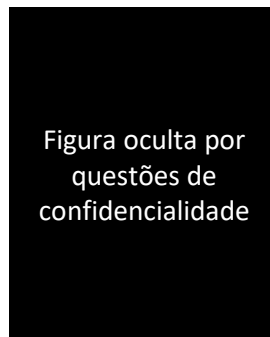




Figura 36 – Mudança de espacejadores

Na tabela 1 são descritas as tarefas relativas à mudança de espacejadores e a respetiva duração. No capítulo seguinte, será realizada uma análise detalhada deste *setup*, apresentando-se as tarefas e as respetivas micro tarefas, assim como o tempo associado a cada uma e as distâncias percorridas pelo colaborador. Deste modo, de seguida, é descrito sucintamente, como se procede a mudança de espacejadores.

Primeiramente, e antes de iniciar qualquer um dos *setups*, o operador insere a receita na máquina (tarefa 1 da tabela 1). A receita é a informação que é dada ao programa da máquina para obter as condições ideais de operação para a produção da carcaça de forma repetitiva e estável, de acordo com a especificação. A especificação é um documento, onde estão presentes todos os parâmetros que definem as dimensões do produto, bem como os materiais necessários para a sua conceção. No início dos *setups*, por norma, os materiais e os elementos do *tooling* a entrar na máquina,

encontra-se previamente junto desta, no entanto, o operador deve sempre verificar se estes estão de acordo com o especificado.

Após ter inserido a receita na máquina, o operador ativa o modo *setup* e  ³ (tarefas 2 e 3 da tabela 1). Posteriormente, o operador prepara os espacejadores e as ferramentas necessárias para executar o *setup*, chave de impacto e martelo de borracha, (tarefa 4 da tabela 1) e dá início à mudança de espacejadores propriamente dita (tarefas 5, 6 e 7 da tabela 1).

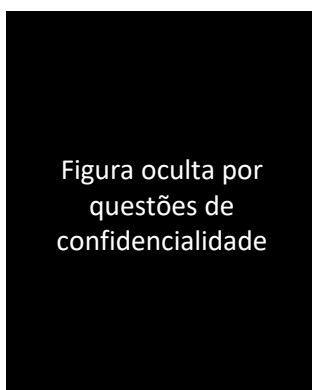


Figura 38 – Carro do *setup*

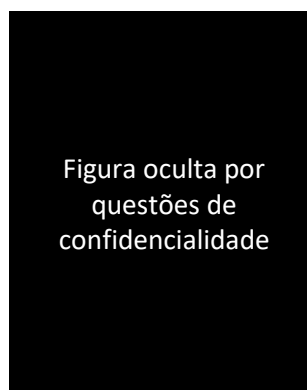


Figura 37 – Caixa de *setup*


³ e, de seguida, executa a troca de materiais nas estações (tarefa 10 à tarefa 17 da tabela 1). Por último, o operador finaliza o *setup* e executa as verificações segundo as normas existentes, preenchendo a lista de verificações (tarefa 18 da tabela 1).

Tabela 1 – Tarefas relativas à mudança de espacejadores⁴

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para nova corrida	19
2	Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	26
4	Preparar ferramentas para executar o <i>setup</i>	32
6	Trocar espacejadores	117
12	Retirar cassete da tela 1	106
13	Inserir cassete da tela 1	105
14	Retirar cassete da tela 2	96
15	Inserir cassete da tela 2	154
18	Finalizar <i>setup</i> e preencher lista de verificações	169

³ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

⁴ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

A mudança de espaçadores nos módulos de construção de pneus agrícolas, tem uma duração de [REDACTED]⁵, sendo esta executada apenas por um operador.

4.1.2. Mudança de segmentos

A mudança de segmentos acontece quando as dimensões do artigo a ser produzido corresponde à mesma jante presente na máquina, mas a largura especificada não coincide com a largura do tambor. Sendo que, os espaçadores e o tambor inseridos na máquina estão de acordo com a especificação, ao contrário dos segmentos, havendo deste modo necessidade de executar a mudança de segmentos.

Este *setup* consiste na troca dos doze segmentos do tambor e é realizada por dois operadores (operador 1 e operador 2). Na tabela 2 são apresentadas as tarefas que constituem o *setup*, assim como o tempo a estas associado, sendo de seguida, descrita de forma sucinta, a realização da mudança de segmentos. No capítulo seguinte, será realizada uma análise pormenorizada sobre cada uma das tarefas, apresentando-se as micro tarefas associadas, assim como o a duração e as distâncias percorridas pelos colaboradores. De frisar que algumas das tarefas e/ou micro tarefas são realizadas simultaneamente, não sendo, no entanto necessariamente sequenciais.

Tabela 2 – Tarefas relativas à mudança de segmentos⁶

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para nova corrida	19
2	Colocar máquina em modo <i>setup</i>	26
3	Verificar segmentos localizados junto da máquina	35
4	Preparar ferramentas para executar o <i>setup</i>	32
5	Trocar par de segmentos 1	146
11	Verificar o alinhamento dos segmentos e arrumar ferramentas	30
15	Retirar cassete da tela 1	106
16	Inserir cassete da tela 1	105
17	Retirar cassete da tela 2	96
18	Inserir cassete da tela 2	154
21	Finalizar <i>setup</i> e preencher lista de verificações	169

Para a realização da mudança de segmentos, inicialmente, o operador 1 insere a receita na máquina e ativa o modo *setup* (tarefas 1 e 2 da tabela 2). Em simultâneo, o operador 2, verifica se os segmentos localizados junto da máquina, na caixa de *setup*, estão de acordo com o especificado (tarefa 3 da tabela 2). De seguida, o operador 1 prepara as ferramentas necessárias à execução do *setup*, chave de impacto e martelo de borracha, (tarefa 4 da tabela 2) e é dado início à troca dos segmentos propriamente dita, realizada em conjunto pelos dois operadores (tarefas 5 à 10 da tabela 2). Terminada a troca dos segmentos, os operadores verificam o alinhamento destes, retificando, se necessário, e arrumam os materiais e ferramentas no carro e na caixa do *setup* (tarefa 11 da tabela 2). Finalmente, é dado início à troca dos materiais nas estações de desenrolamento e o *setup*

⁵ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

⁶ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

é finalizado, de igual modo como descrito na mudança de espacejadores (tarefas 12 à 21 da tabela 2).

Para o cálculo da duração do *setup*, e uma vez que a mudança de segmentos inclui micro tarefas simultâneas não necessariamente sequenciais, elaborou-se um diagrama de Gantt para as micro tarefas do *setup* (ver anexo A), verificando-se que a mudança de segmentos tem uma duração de [REDACTED]⁷.

Tendo como objetivo principal a redução dos tempos de *setup* e observando-se o tempo associado a cada uma das tarefas correspondentes à mudança de segmentos (tabela 2), constata-se que, as tarefas associadas à troca dos segmentos têm uma maior duração que as restantes. Numa tentativa de melhor estudar o tempo associado a estas, observou-se cuidadosamente a execução do *setup* no momento da troca dos segmentos. Aqui constatou-se que, apesar de se julgar as tarefas de manuseamento dos segmentos simples, na verdade estas revelaram-se complexas no momento de inserir os segmentos no tambor.

Os segmentos, embora pareçam leves, têm um peso considerável, podendo variar entre os 5 e 20 quilogramas. Este peso, aliado à necessidade de alinhar os parafusos do tambor (figura 39) com as ranhuras presentes nos segmentos (figura 40), faz com que a ação de inserir o segmento no tambor seja uma tarefa morosa. Deste modo, no capítulo seguinte será abordado este problema e apresentada a proposta de solução.

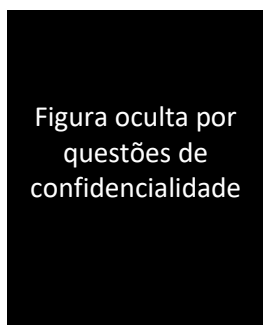


Figura 39 – Inserir segmentos

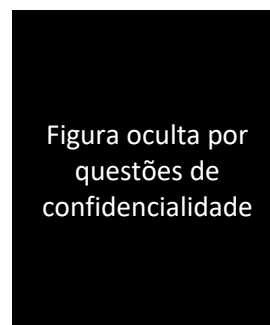


Figura 40 – Ranhuras dos segmentos

4.1.3. Mudança de segmentos e espacejadores

A mudança de segmentos e espacejadores acontece quando a largura do artigo a ser produzido é diferente da largura do artigo produzido anteriormente e, segundo a especificação deste, o tambor corresponde ao especificado, ao contrário dos segmentos e dos espacejadores. Este *setup* consiste na troca dos doze segmentos e dos seis espacejadores presentes no tambor e é realizada por dois operadores. Na tabela 3 são apresentadas as tarefas que constituem o *setup* e a respetiva duração e, no capítulo seguinte, será realizada uma análise pormenorizada das tarefas associadas ao *setup*, sendo apresentadas as respetivas micro tarefas, assim como as distâncias percorridas pelos colaboradores e o respetivo tempo associado.

Para a realização da mudança de segmentos e espacejadores, inicialmente, o operador 1 insere a receita na máquina e ativa o modo *setup* (tarefas 1 e 2 da tabela 3). Em simultâneo, o operador 2,

⁷ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

verifica se os segmentos e espacejadores localizados junto da máquina estão de acordo com o especificado (tarefa 3 da tabela 3). De seguida, o operador 1 prepara as ferramentas necessárias à execução do *setup*, [REDACTED]⁸, (tarefa 4 da tabela 3) e é dado início à troca dos segmentos propriamente dita realizada em conjunto pelos dois operadores (tarefa 5 à 10 da tabela 3). Após o término da troca dos segmentos e espacejadores, os operadores verificam o alinhamento destes e arrumam os materiais e ferramentas no carro e na caixa do *setup* (tarefa 11 da tabela 3). Por último, é dado início à troca dos materiais nas estações de desenrolamento e o *setup* é finalizado (tarefas 12 à 21 da tabela 3).

Tabela 3 – Tarefas relativas à mudança de segmentos e espacejadores⁹

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para nova corrida	19
2	Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	26
3	Verificar segmentos e espacejadores localizados junto da máquina	42
4	Preparar ferramentas para executar o <i>setup</i>	32
5	Trocar par de segmentos e espacejador 1	176
11	Verificar o alinhamento dos segmentos e arrumar ferramentas	30
15	Retirar cassete da tela 1	106
16	Inserir cassete da tela 1	154
17	Retirar cassete da tela 2	96
18	Inserir cassete da tela 2	154
21	Finalizar <i>setup</i> e preencher lista de verificações	169

Para o cálculo da duração do *setup*, e uma vez que a mudança de segmentos e espacejadores inclui micro tarefas simultâneas não necessariamente sequenciais, elaborou-se um diagrama de Gantt, tal como para o *setup* anterior, verificando-se que a mudança de segmentos e espacejadores tem uma duração de [REDACTED]⁸.

Tendo como premissa a redução dos tempos de *setup* e observando-se o tempo associado a cada uma das tarefas, constatou-se que, as tarefas que implicam a troca dos segmentos e espacejadores, têm uma maior duração que as restantes, tal como observado anteriormente. Numa tentativa de melhor estudar o tempo associado a estas tarefas, observou-se cuidadosamente a mudança aquando a troca dos segmentos e espacejadores e, concluiu-se que, uma vez mais, a complexidade da ação de inserir os segmentos no tambor, poderá justificar o facto de a tarefa ser morosa.

4.1.4. Mudança de tambor

A mudança de tambor acontece quando a largura do artigo a ser produzido é diferente da largura do artigo produzido anteriormente e, segundo a especificação, o tambor presente na máquina não corresponde ao especificado, devido às restrições do limite máximo ou mínimo da largura suportada pelo tambor.

Este *setup* consiste na troca do tambor presente na máquina e é realizada por dois operadores. Na tabela 4 são apresentadas as tarefas que constituem o *setup*, assim como o tempo a estas

⁸ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

⁹ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

associado, sendo de seguida, descrita de forma sucinta, a realização da mudança de tambor. No capítulo seguinte, será realizada uma análise pormenorizada sobre cada uma das tarefas, apresentando-se as micro tarefas associadas a estas, assim como o a duração e as distâncias percorridas pelos colaboradores.

Tabela 4 – Tarefas relativas à mudança de tambor¹⁰

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para nova corrida	19
2	Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	26
3	Verificar tambor localizado junto da máquina	14
5	Remover tambor	265
6	Inserir tambor	278
11	Retirar cassete da tela 1	106
12	Inserir cassete da tela 1	105
13	Retirar cassete da tela 2	96
14	Inserir cassete da tela 2	154
17	Finalizar <i>setup</i> e preencher lista de verificações	169

Para a execução da mudança de tambor, inicialmente, o operador 1 insere a receita na máquina e coloca a máquina em o modo *setup* (tarefa 1 e 2 da tabela 4) e, posteriormente, verifica se o tambor localizado junto da máquina está de acordo com o especificado (tarefa 3 da tabela 4).

¹¹ De seguida, os operadores, em conjunto, procedem à remoção do tambor da máquina (tarefa 5 da tabela 4), de acordo com uma ordem específica ditada pelo fabricante da máquina.

Para a remoção do tambor, em primeiro lugar, o operador 1 trava o tambor usando as esferas e os travões do tambor (figura 41 e 42). Com o tambor travado são inseridas as cintas no tambor e estas são suspensas no sistema de elevação.

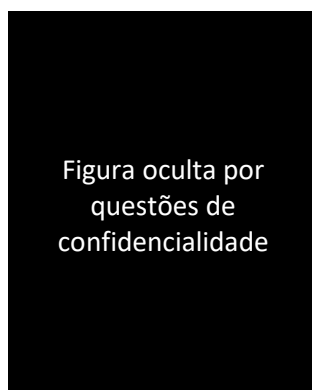


Figura 41 – Travar tambor

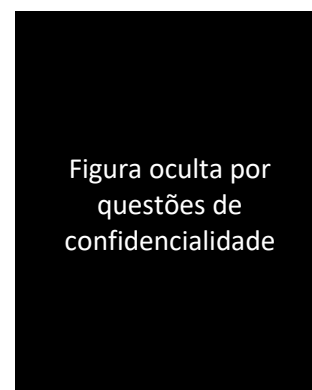


Figura 42 – Travão do tambor e esfera

Seguidamente, os operadores procedem à remoção do anel roscado e da anilha do veio do tambor (figura 43),

¹¹. Esta tensão deve ser suficiente para suspender o tambor, e não

¹⁰ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

¹¹ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

em demasia para não danificar o veio da máquina. [REDACTED]

[REDACTED]¹².

Figura oculta por
questões de
confidencialidade

Figura 43 – Anilha e anel roscado

Figura oculta por
questões de
confidencialidade

Figura 44 – Remoção do tambor

Finalizada a remoção do tambor, os operadores executam a montagem do tambor especificado para o artigo a produzir na máquina (tarefa 6 da tabela 4). A montagem do tambor, é realizada do mesmo modo que a desmontagem, mas no sentido inverso. Deste modo, após o tambor ter sido transportado para junto da máquina, os operadores, procedem à sua inserção. Primeiramente, alinham o furo do tambor com o veio da máquina, usando o sistema de elevação para os auxiliar e, de seguida, inserem o tambor no veio, recorrendo a “*força de braço*”. Posteriormente, os operadores procedem à montagem da anilha e do anel roscado no veio e removem os dois travões do tambor e as duas esferas (tarefa 6 da tabela 4).

Finalmente, [REDACTED]¹² e é efetuada a troca dos materiais nas estações de desenrolamento (tarefas 8 à 16 da tabela 4). Por último, o *setup* é finalizado, de igual modo como descrito nas mudanças anteriores (tarefa 17 da tabela 4).

Uma vez que a mudança de tambor inclui micro tarefas simultâneas não necessariamente sequenciais, elaborou-se um diagrama de Gantt, para o cálculo da duração da mudança de tambor nos módulos de construção de pneus agrícolas e, verificou-se que o *setup* tem uma duração de [REDACTED]¹².

A mudança de tambor, muitas vezes é conjugada com um dos três *setups* apresentados anteriormente (mudança de espacejadores, mudança de segmentos e mudança de segmentos e espacejadores). Isto acontece devido ao facto de os tambores serem armazenados do mesmo modo como foram retirados da máquina (com os mesmo segmentos e espacejadores). O facto de, após a mudança de tambor, os operadores ainda terem de efetuar a preparação deste, faz com que o tempo de máquina parada aumente, reduzindo assim a disponibilidade da máquina e consequentemente o tempo de produção. De seguida são descritos os *setups* correspondentes à mudança de tambor conjugada com as mudanças mencionadas.

A conjugação da mudança de tambor com a mudança de espacejadores, chamada de **mudança de tambor e espacejadores**, não é mais que a conjugação destes dois *setups*. Na tabela 5 são apresentadas as tarefas que constituem a mudança de tambor e de espacejadores e o tempo associado a estas. No capítulo seguinte, serão apresentadas as micro tarefas representativas de

¹² Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

cada uma das tarefas, assim como o tempo associado a estas e as distâncias percorridas pelos colaboradores ao longo do *setup*.

Para a execução da mudança de tambor e espacejadores, inicialmente, o operador 1 insere a receita na máquina e coloca a máquina em modo *setup* (tarefas 1 e 2 da tabela 5). De seguida, verifica o tambor e os espacejadores colocados junto da máquina e em simultâneo, o operador 2 [REDACTED] [REDACTED]¹⁴ (tarefas 3 e 4 da tabela 5). Após o término destas tarefas, é realizada a troca do tambor e posteriormente a mudança de espacejadores, como explicitado nos *setups* anteriores (tarefas 5 à 11 da tabela 5). Por último, o operador 1 efetua a troca de materiais nas estações de desenrolamento (tarefas 12 à 20 da tabela 5), o *setup* é finalizado e é preenchida a lista de verificações (tarefa 21 da tabela 5).

Tabela 5 – Tarefas relativas à mudança de tambor e espacejadores¹³

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para nova corrida	19
2	Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	26
3	Verificar tambor e espacejadores localizados junto da máquina	54
5	Remover tambor	265
6	Inserir tambor	271
8 à 21	As tarefas 8 à 21 correspondem exatamente às tarefas 5 à 18 da tabela 1	

Através da realização de um diagrama de Gantt para as micro tarefas da mudança de tambor e espacejadores, verificou-se que este *setup* tem uma duração de [REDACTED]



A conjugação da mudança de tambor com a mudança de segmentos (**mudança de tambor e segmentos**) é, em tudo semelhante à mudança de tambor e espacejadores, diferenciando-se apenas pela troca de segmentos ao invés dos espacejadores.

Na tabela 6 são apresentadas as tarefas que constituem a mudança de tambor e segmentos, e o tempo associado a estas. No capítulo seguinte são apresentadas as micro tarefas representativas de cada uma das tarefas apresentadas, assim como o tempo associado a cada uma e a distância percorrida pelos operadores.

Para a execução da mudança de tambor e segmentos, primeiramente, o operador 1 insere a receita na máquina e coloca a máquina em modo *setup* (tarefas 1 e 2 da tabela 6). De seguida, verifica o tambor e os segmentos colocados junto da máquina e em simultâneo, [REDACTED] [REDACTED]¹⁴ (tarefas 3 e 4 da tabela 6). Após o término destas tarefas, é realizada, pelos dois operadores, a troca do tambor e posteriormente a mudança de segmentos (tarefas 5 à 14 da tabela 6). Com o tambor e os segmentos trocados, o operador 1 procede à troca de materiais nas estações de desenrolamento (tarefas 15 à 23 da tabela 6) e, finalmente, o *setup* é finalizado e é preenchida a lista de verificações (tarefa 24 da tabela 6).

¹³ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

¹⁴ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

Tabela 6 – Tarefas relativas à mudança de tambor e segmentos¹⁵

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para nova corrida	19
2	Colocar máquina em modo <i>setup</i>	26
3	Verificar tambor e segmentos localizados junto da máquina	61
5	Remover tambor	265
6	Inserir tambor	271
7	Arrumar <i>monorail</i> do <i>setup</i>	89
8 à 24	As tarefas 8 à 24 correspondem exatamente às tarefas 5 à 21 da tabela 2	

Utilizando, uma vez mais, o diagrama de Gantt para o cálculo da duração do *setup*, verificou-se que a mudança de tambor e segmentos tem uma duração de [REDACTED]¹⁶.

Comparativamente à mudança de tambor [REDACTED]¹⁶, este *setup* tem uma duração 673 segundos superior, ou seja, demora mais 11 minutos e 13 segundos do que a troca de tambor isolada. Mais uma vez, conclui-se que este tempo poderá ser evitado caso os tambores sejam previamente preparados com os segmentos específicos para o artigo a produzir.

Por último, a conjugação da mudança de tambor com a mudança de segmentos e espacejadores (**mudança de tambor, segmentos e espacejadores**), é em tudo semelhante aos *setups* referidos anteriormente (mudança de tambor e espacejadores e mudança de tambor e segmentos), sendo que, após ser realizada a substituição do tambor é realizada a mudança de segmentos e espacejadores. Deste modo, de seguida é feita uma breve descrição das tarefas realizadas ao longo do *setup* e, no capítulo seguinte, são apresentadas as micro tarefas respeitantes a cada uma das tarefas da tabela 7, assim como o tempo associado a estas e as distâncias percorridas pelos colaboradores.

Tal como acontece nos restantes *setups* apresentados, para a realização da mudança de tambor, segmentos e espacejadores, primeiramente, o operador 1 insere a receita na máquina, coloca a máquina em modo *setup* e verifica se o tambor, os espacejadores e os segmentos colocados junto da máquina estão de acordo com o especificado (tarefa 1 à 3 da tabela 7). [REDACTED]¹⁶. Após terminarem as tarefas referidas, os operadores realizam a troca do tambor e posterior mudança de segmentos e espacejadores (tarefas 5 à 14 da tabela 7). Por último, o operador 1 efetua a troca de materiais nas estações de desenrolamento, o *setup* é finalizado e é preenchida a lista de verificações (tarefas 15 à 24 da tabela 7).

¹⁵ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

¹⁶ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

Tabela 7 – Tarefas relativas à mudança de tambor, segmentos e espacejadores¹⁷

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para nova corrida	19
2	Colocar máquina em modo <i>setup</i>	26
3	Verificar tambor, segmentos e espacejadores localizado junto da máquina	78
5	Remover tambor	265
6	Inserir tambor	271
8 à 24	As tarefas 8 à 24 correspondem exatamente às tarefas 5 à 21 da tabela 3	

Através da realização de um diagrama de Gantt relativo às micro tarefas da mudança de tambor, segmentos e espacejadores, verificou-se que este *setup* tem uma duração de [REDACTED] [REDACTED]¹⁸. Comparativamente à mudança de tambor [REDACTED]¹⁸, este *setup* demora mais 1226 segundos, isto é, 20 minutos e 26 segundos. Como referido anteriormente, este tempo poderá ser evitado, caso os tambores estejam previamente preparados.

Finalizada a descrição dos *setups* relativos à mudança de tambor e, uma vez que o presente projeto objetiva a redução dos tempos de *setup*, ao se analisar cuidadosamente as tarefas relativas à mudança de tambor, constatou-se que aquelas que implicam a utilização do *monorail* têm uma maior duração. Isto acontece devido ao facto de o sistema de elevação ter uma velocidade reduzida, em virtude do cumprimento das normas de segurança de movimentação de cargas suspensas, seguidas pela empresa. Para além disso, constatou-se ainda a dificuldade que os operadores enfrentavam para alcançar a tenção ideal a aplicar sobre o tambor no momento da sua remoção e montagem. Posto isto, no capítulo seguinte, serão apresentadas as propostas de solução para os problemas aqui mencionado

4.1.5. Mudança de jante

A mudança de jante é realizada quando o artigo a ser produzido tem medidas de jante diferente do artigo produzido anteriormente. Este *setup* consiste na troca do tambor de construção, dos diafragmas, dos *fingers*, dos anéis, e das *dog ears*. Na tabela 8 apresentam-se as tarefas relativas à mudança de jante e a respetiva duração. No capítulo seguinte, e de forma a ser possível realizar uma análise pormenorizada do *setup*, são apresentadas as micro tarefas inerentes a cada uma das tarefas apresentadas, assim como as distâncias percorridas pelos colaboradores.

A mudança de jante é o *setup* mais moroso em comparação com os abordados anteriormente. Este é realizado por dois operadores, sendo executada conforme as indicações do fabricante da máquina e conforme o esquema da mudança de jante, apresentado no anexo B.

¹⁷ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

¹⁸ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

Tabela 8 – Tarefas relativas à mudança de jante¹⁹

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para nova corrida	19
2	Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	26
3	Verificar elementos do <i>tooling</i> ^a localizados junto da máquina	49
5	Remover tambor	311
7	Remover <i>dog ears</i>	248
9	Remover diafragma direito	100
11	Remover diafragma esquerdo	113
13	Remover anel esquerdo	123
14	Remover <i>fingers</i> esquerdos	202
15	Inserir <i>fingers</i> esquerdos	230
16	Remover anel direito	129
17	Inserir anel esquerdo	133
18	Remover <i>fingers</i> direitos	163
19	Inserir <i>fingers</i> direitos	240
21	Inserir anel direito	179
23	Inserir diafragmas	318
24	Inserir tambor	301
25	Inserir <i>dog ears</i>	279
30	Retirar cassete da tela 1	106
31	Inserir cassete da tela 1	105
32	Retirar cassete da tela 2	96
33	Inserir cassete da tela 2	154
36	Finalizar <i>setup</i> e preencher lista de verificações	169

^a Elementos do *tooling*: tambor de construção, diafragmas, *fingers*, anéis e *dog ears*

Na mudança de jante, inicialmente, e como para qualquer *setup* referido anteriormente, o operador 1 insere a receita na máquina e coloca a máquina em modo *setup* (tarefas 1 e 2 da tabela 8), em simultâneo, o operador 2 verifica os componentes a serem montados e [REDACTED]²⁰ (tarefa 3 e 4 da tabela 8).

Posteriormente, os operadores dão início à remoção do tambor, do mesmo modo como descrito na mudança de tambor (tarefa 5 da tabela 8). Após a remoção e transporte do tambor para o respetivo *rack* de transporte, [REDACTED]²⁰, procedendo à remoção destas em simultâneo com operador 1 (figura 45 e tarefas 6 e 7 da tabela 8). [REDACTED]

[REDACTED]²⁰ De seguida, executam a remoção do diafragma direito (figura 46 e tarefa 9 da tabela 8). [REDACTED]

[REDACTED]²⁰.

¹⁹ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

²⁰ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

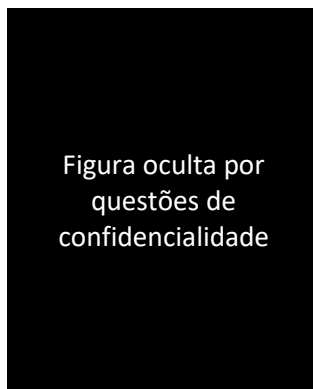
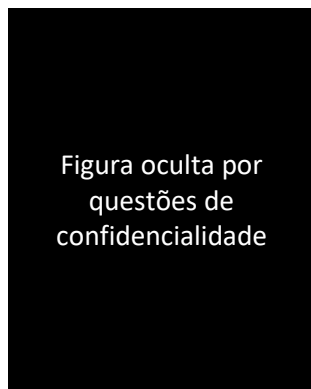
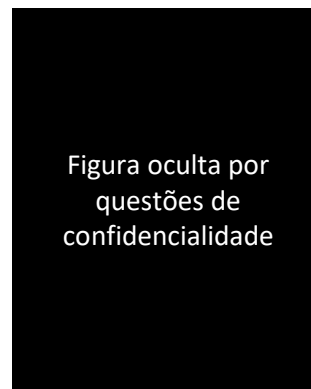
Figura 45 – Remove *dog ear*

Figura 46 – Remover diafragma

Figura 47 – Inserir *cage* dos *fingers*

Posteriormente, os operadores procedem à remoção do diafragma esquerdo e [REDACTED]
 [REDACTED]
 [REDACTED]²¹. De seguida, é removido o anel esquerdo (figura 48 e tarefa 13 da tabela 8) e [REDACTED]
 [REDACTED]²¹.

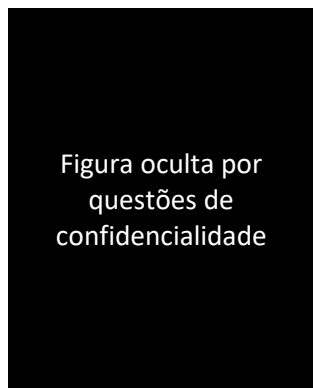
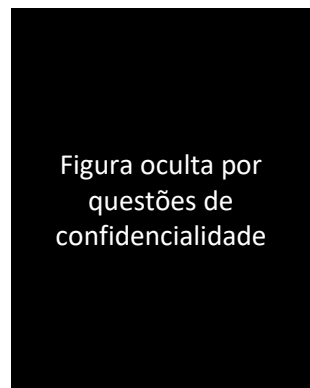


Figura 48 – Remover anel

Figura 49 – Remover *fingers*

Com a lateral esquerda da máquina totalmente desprovida de elementos do *tooling*, os operadores iniciam a sua montagem. Assim, inserem a *cage* dos *fingers* com os *fingers* na máquina e removem a estrutura externa da *cage* para os *fingers* deslocarem-se para o interior da máquina (tarefa 15 da tabela 8). De seguida, procedem à remoção do anel direito (tarefa 16 da tabela 8) e à montagem do anel esquerdo (tarefa 17 da tabela 8).

Posteriormente, finalizam a remoção dos elementos do *tooling* do lado direito, inserindo a estrutura externa da *cage* dos *fingers* direitos e procedendo à remoção da *cage* com os *fingers* (tarefa 18 da tabela 8). Seguidamente, inserem a estrutura dos *fingers* direitos (com os *fingers*) na máquina e removem a estrutura externa da *cage* (tarefa 19 da tabela 8). [REDACTED]
 [REDACTED]²¹ e procedem à remoção da *cage* sem os *fingers*, finalizando assim a montagem dos *fingers* esquerdos (tarefa 20 da tabela 8).

De seguida, os operadores montam o anel direito na máquina (tarefa 21 da tabela 8), [REDACTED]
 [REDACTED]
 [REDACTED]²¹. Por último, inserem os diafragmas, o tambor e as *dog ears*,

²¹ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

respetivamente (tarefas 23, 24 e 25 da tabela 8). ²² realizada a troca de materiais as estações de desenrolamento (tarefas 26 à 35 da tabela 8), finaliza o *setup* e preenche a lista de verificações (tarefa 36 da tabela 8).

Uma vez que a mudança de jante se trata de um *setup* extenso, com micro tarefas simultânea não necessariamente sequenciais, para o cálculo da duração deste elaborou-se o diagrama de Gantt, verificando-se que a mudança de jante tem uma duração de ²².

Aliado a este tempo, a mudança de jante, tal como acontece com a mudança de tambor, pode necessitar de ser conjugada com a mudança de espacejadores, mudança de segmentos, ou mudança de segmentos e espacejadores. As tarefas para cada um dos *setups* são em tudo semelhantes à conjugação da mudança de tambor com as restantes mudanças. De seguida, apresentam-se sucintamente, cada uma das respetivas mudanças de jante conjugadas.

A **mudança de jante e espacejadores**, não é mais do que a conjugação da mudança de jante com a mudança de espacejadores, tal como acontece na mudança de tambor e espacejadores. Deste modo, na tabela seguinte, são apresentadas, as tarefas correspondentes à mudança de jante e espacejadores e o tempo associado a estas.

Tabela 9 – Tarefas relativas à mudança de jante e espacejadores²³

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para nova corrida	19
2	Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	26
3	Verificar elementos do <i>tooling</i> ^a localizados junto da máquina	56
5	Remover tambor	279
6 à 26	As tarefas 6 à 26 correspondem exatamente às tarefas 6 à 26 da tabela 8	
27 à 43	As tarefas 27 à 43 correspondem exatamente às tarefas 5 à 18 da tabela 1	

^a Elementos do *tooling*: tambor de construção, diafragmas, *fingers*, anéis, *dog ears* e espacejadores

Para o cálculo da duração da mudança de jante e espacejadores, realizou-se um diagrama de Gantt, do qual se retirou que este *setup* tem uma duração de ²².

Como acontece para a mudança de tambor, o facto de o tambor não estar previamente preparado, aumenta a duração do *setup* em 550 segundos (9 minutos e 10 segundos), o que, consequentemente, aumenta o tempo de máquina parada, gerando assim desperdício.

A **mudança de jante e segmentos**, tal como acontece com a mudança de tambor e segmentos, trata-se da mudança de jante conjugada com a mudança de segmentos. Deste modo, na tabela 10, são apresentadas, de forma sucinta, as tarefas correspondentes a este *setup*.



²² Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

²³ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 10 – Tarefas relativas à mudança de jante e segmentos²⁴

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para nova corrida	19
2	Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	26
3	Verificar elementos do <i>tooling</i> ^a localizados junto da máquina	64
5	Remover tambor	279
6 à 26	As tarefas 6 à 26 correspondem exatamente às tarefas 6 à 26 da tabela 8	
27 à 43	As tarefas 27 à 43 correspondem exatamente às tarefas 5 à 18 da tabela 2	

^a Elementos do *tooling*: tambor de construção, diafragmas, *fingers*, anéis, *dog ears* e segmentos


Para o cálculo da duração da mudança de jante conjugada com a mudança de segmentos, realizou-se um diagrama de Gantt, concluindo-se que o *setup* tem uma duração  ²⁵. Como verificado nas mudanças conjugadas apresentadas anteriormente, o facto de o tambor não estar previamente preparado, aumenta a duração do *setup*. Neste caso, o aumento comparativamente a mudança de jante é de 953 segundos (15 minutos e 53 segundos).

Por último, a **mudança de jante, segmentos e espacejadores**, corresponde à mudança de jante conjugada com a mudança de segmentos e espacejadores. Assim, na tabela seguinte, são apresentadas, de forma sucinta, as tarefas correspondentes a este *setup*.

Tabela 11 – Tarefas relativas à mudança de jante, segmentos e espacejadores²⁴

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para nova corrida	19
2	Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	26
3	Verificar elementos do <i>tooling</i> ^a localizados junto da máquina	84
5	Remover tambor	279
6 à 26	As tarefas 6 à 26 correspondem exatamente às tarefas 6 à 26 da tabela 8	
27 à 43	As tarefas 27 à 43 correspondem exatamente às tarefas 5 à 18 da tabela 3	

^a Elementos do *tooling*: tambor de construção, diafragmas, *fingers*, anéis, *dog ears*, segmentos e espacejadores

Para o cálculo da duração do *setup*, tal como nas mudanças anteriores, realizou-se um diagrama de Gantt, concluindo-se que a mudança de jante, segmentos e espacejadores tem uma duração de ²⁵.

Como verificado para as restantes mudanças conjugadas, o facto de o tambor não estar previamente preparado, aumenta a duração do *setup*. Neste caso, o aumento comparativamente à mudança de jante é de 1219 segundos (20 minutos e 19 segundos).

Finalizada a descrição dos *setups* relativos à mudança de jante, e tendo como ponto de partida a redução dos tempos de *setup*, ao longo da descrição destes, constatou-se que o facto de o tambor não estar previamente preparado, com os espacejadores e segmentos especificados, aumenta a duração do *setup* e, conseqüentemente o tempo de máquina parada, gerando assim desperdício.

Para além disso, ao analisar-se a execução da mudança de jante, verificou-se que a manipulação da *cage* dos *fingers*, especialmente a manipulação da estrutura externa da *cage*, levava a desperdícios de tempo. Após se ter observado exaustivamente esta mudança, contactou-se haver repetibilidade

²⁴ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

²⁵ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

de tarefas, aquando a manipulação das *cages*. Por forma a melhor entender esta afirmação, tabela 12, são apresentadas as micro tarefas que envolvem a manipulação dos *fingers*.

Tabela 12 – Tarefas e micro tarefas relativas à manipulação da *cage* dos *fingers*²⁶

Tarefas	Micro tarefas	Tempo (seg.)	
		Direita	Esquerda
Inserir <i>cage</i>	Transportar <i>cage</i> até à máquina	30	35
	Inserir <i>cage</i> na máquina	20	22
	Soltar estrutura externa despertando os 4 manípulos de fixação	24	19
	Remover estrutura externa da <i>cage</i>	9	13
	Transportar estrutura externa para fora da zona de segurança	10	15
Remover <i>fingers</i>	Transportar estrutura externa da <i>cage</i> para a máquina	15	11
	Inserir estrutura externa da <i>cage</i> na máquina	11	21
	Fixar estrutura externa à estrutura interna da <i>cage</i>	36	34
	Fixar <i>fingers</i> à <i>cage</i> e remover estrutura da <i>cage</i> com os <i>fingers</i>	41	54
	Transportar <i>cage</i> com <i>fingers</i> para o respetivo rack de transporte	35	33
Inserir <i>fingers</i>	Transportar <i>cage</i> com os <i>fingers</i> até à máquina	58	46
	Inserir <i>cage</i> com os <i>fingers</i> na máquina	28	38
	Fixar <i>fingers</i> à máquina através de 4 parafusos	60	64
	Soltar estrutura interna com <i>fingers</i> da externa e remover a externa	56	50
	Transportar estrutura externa para fora da zona de segurança	23	19
Remover <i>cage</i>	Recolher <i>fingers</i> para o interior da máquina	16	14
	Transportar estrutura externa da <i>cage</i> para a máquina	11	21
	Inserir estrutura externa da <i>cage</i> na máquina	20	19
	Fixar a estrutura interna da <i>cage</i> à estrutura externa e remover <i>cage</i>	45	47
	Transportar <i>cage</i> para o respetivo rack de transporte e pousá-la	48	51

Pela observação das micro tarefas destacadas na tabela 12, constata-se que o facto de a *cage* ser constituída por duas estruturas (estrutura interna e externa) leva a que haja perda de tempo na remoção, movimentação e montagem da estrutura externa da *cage*. Numa tentativa de reduzir ou eliminar estas micro tarefas, no capítulo 4 irá abordar-se novamente este problema.

4.2. 2nd Stage dos módulos de construção

Como visto anteriormente, no segundo estágio dos módulos de construção de pneus agrícolas, é produzido o pneu “em verde”, adicionando-se cintas e tiras de borracha à carcaça produzida no 1st stage. De momento, a Continental Mabor, possui três módulos de construção de pneus agrícolas constituídos pelo 1st stage e 2nd stage, cada estágio com características idênticas, onde os *setups* são realizados de igual modo.

Os elementos do tooling do 2nd stage dos módulos de construção são mais simples comparativamente ao 1st stage. Estes incluem a jante de expansão (figura 50) e as chapas da *turning table* (figura 51).

²⁶ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

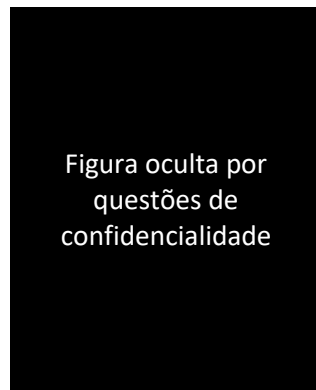
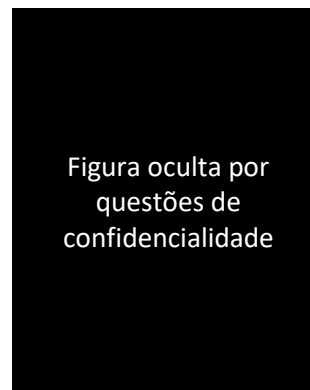


Figura 50 – Jante de expansão

Figura 51 – Chapa da *turning table*

No segundo estágio dos módulos de construção são realizados dois tipos de *setup*, sendo eles:

- Mudança de jante de expansão (só pode ser levada a cabo após término do *setup* no 1º estágio, isto é, quando o *monorail* do *tooling* fica disponível)
- Mudança da chapa da *turning table*

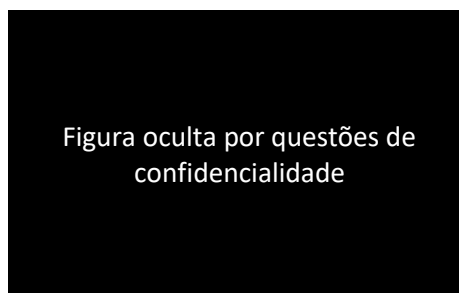
À semelhança do que foi feito para o 1st *stage*, foram recolhidas três filmagens de cada um dos *setups*, identificaram-se as tarefas e micro tarefas realizadas ao longo dos *setups* e caracterizaram-se cada uma das mudanças detalhadamente, calculando-se a média dos tempos de cada umas das tarefas e micro tarefas, de forma a determinar a duração dos *setups*.

4.2.1. Mudança da jante de expansão

Tal como acontece no 1st *stage*, a mudança de jante de expansão é realizada quando o artigo a ser produzido tem medidas de jante diferente do artigo produzido anteriormente. Deste modo, a mudança de jante expansão acontece sempre que é realizada a mudança de jante no 1st *stage*. Este *setup* consiste na troca da jante de expansão (figura 50) e é levada a cabo um operador. Na tabela 13 apresentam-se as tarefas relativas à mudança de jante de expansão e respetiva duração. No capítulo seguinte, são apresentadas as micro tarefas inerentes a cada uma das tarefas, assim como o tempo associado a estas e as deslocações do operador.

Para a realização da mudança de jante de expansão, em primeiro lugar, o operador insere a receita na máquina e ativa o modo *setup* (tarefas 1 e 2 da tabela 13). De seguida, verifica a jante de expansão e os materiais colocados junto da máquina e efetua a mudança de materiais nas estações de desenrolamento (tarefa 3 à 8 da tabela 13). Posteriormente, [REDACTED]²⁷, de seguida, a jante de expansão 2 (figura 52 e tarefa 9 à 11 da tabela 13).

²⁷ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

Figura 52 – Jante de expansão modo *setup*

Após a remoção das jantes de expansão, o operador insere as “novas” jantes e fixa-as ao veio da máquina (tarefas 12 e 13 da tabela 13). Por último, [REDACTED]²⁸, finaliza-o e preenche a lista de verificações (tarefas 14 e 15 da tabela 13).

Tabela 13 – Tarefas relativas à mudança de jante de expansão²⁹

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Inserir receita para a nova corrida	15
2	Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	26
3	Verificar jantes de expansão e cintas localizadas junto da máquina	33
4	Retirar cassete da cinta 1	105
5	Inserir cassete da cinta 1	106
8	Validar materiais	62
10	Remover jante de expansão 1	248
13	Inserir jante de expansão 1	196
15	Finalizar <i>setup</i> e preencher lista de verificações	148

A mudança de jante de expansão tem uma duração [REDACTED]²⁸. Aquando a análise do *setup*, constatou-se que o facto de apenas existir uma cinta para inserir nas jantes de expansão, leva a que o operador tenha de repetir constantemente as ações de remover e inserir a cinta na jante, isto é, sempre que o operador transporta uma jante de expansão, este efetua a remoção da cinta da jante transportada e insere-a na jante que pretende transportar, cujas ações têm uma duração na ordem dos 10 segundos. No capítulo seguinte executar-se-á uma análise pormenorizada de cada uma das tarefas e subtarefas relativas a este *setup*.

4.2.2. Mudança da chapa da *turning table*


A mudança da chapa da *turning table* é executada sempre que é realizada a mudança de jante de expansão e é levada a cabo por dois operadores. Este *setup*, como o próprio nome indica, consiste na troca da chapa presente na *turning table*, cuja função é “acondicionar” o pneu, até que este seja transportado para a fase seguinte da produção de pneus. Na tabela 14 apresentam-se as tarefas relativas à mudança da chapa da *turning table* e a respetiva duração. No capítulo seguinte, são apresentadas as micro tarefas inerentes a cada uma das tarefas, assim como a duração destas e as distâncias percorridas pelos operadores.

²⁸ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

²⁹ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 14 – Tarefas relativas à mudança da chapa da *turning table*

ID	Tarefa	Tempo (s)
1	Colocar a <i>turning table</i> em modo <i>setup</i>	104
2	Preparar a chapa da <i>turning table</i> para ser removida	152
3	Remover chapa da <i>turning table</i>	173
4	Preparar chapa para ser inserida na <i>turning table</i>	90
5	Inserir chapa na <i>turning table</i>	234
6	Finalizar <i>setup</i>	55

Para executar a mudança da chapa da *turning table*, inicialmente, o operador 1 coloca a máquina em modo *setup*. Simultaneamente, o operador 2 inicia a preparação da remoção da chapa *turning table*, colocando dois olhais nesta (figura 53) e ³⁰ (tarefas 1 e 2 da tabela 14). De seguida, os operadores, em conjunto, removem a chapa da *turning table*, a meia lua acoplada a esta (figura 54) e colocam a chapa no respetivo *rack* de transporte (tarefa 3 da tabela 14). Posteriormente, os operadores inserem os olhais na chapa a ser transportada e transportam-na para junto da *turning table*, procedendo à sua montagem (tarefa 4 e 5 da tabela 14). Por último, desativam o *monorail* do *setup* e o modo *setup* da máquina, e finalizam a mudança (tarefa 6 da tabela 14).

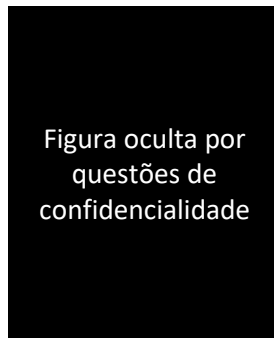


Figura 53 – Olhal

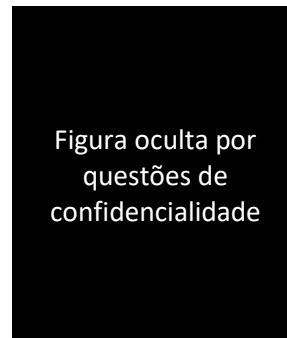


Figura 54 – Meia lua

Para o cálculo da duração da mudança da chapa da *turning table* elaborou-se um diagrama de Gantt e, verificou-se que a duração do *setup* é de 704 segundos, isto é, 11 minutos e 44 segundos.

Ao longo da análise da mudança em questão, verificou-se existirem algumas ações consideradas como desperdício. O facto de apenas existirem dois olhais para todas as chapas da *turning table*, leva a que haja perdas de tempo relacionadas com a manipulação destas peças, uma vez que estas têm de ser removidas da chapa onde se encontram e inseridas na chapa a ser transportada. Outro facto que suscitou a atenção, foi a dificuldade que os operadores enfrentam em identificar a localização ideal para posicionar a meia lua, segundo o artigo a ser produzido, de frisar que a meia lua, numa mesma chapa, tem diferentes posições, de acordo com o tamanho da parede e do piso do artigo.

4.3. Identificação dos problemas e possíveis melhorias

Uma vez descrito o processo de produção dos pneus agrícolas e dos *setups* associados aos módulos de construção, torna-se imperativo enumerar os problemas identificados e expor as oportunidades de melhoria que visem a redução dos tempos de *setup*.

³⁰ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

Nos subcapítulos anteriores, observou-se que o tempo decorrido nos *setups* das máquinas de construção de pneus agrícolas varia, aproximadamente, entre [REDACTED]³¹, ver gráfico 1. Tendo como principal objetivo a redução dos tempos de *setup*, de seguida são descritos os problemas identificados ao longo da análise destes, que uma vez solucionados, permitem reduzir os tempos associados às mudanças (metodologia SMED) e contribuir para a melhoria contínua da empresa.

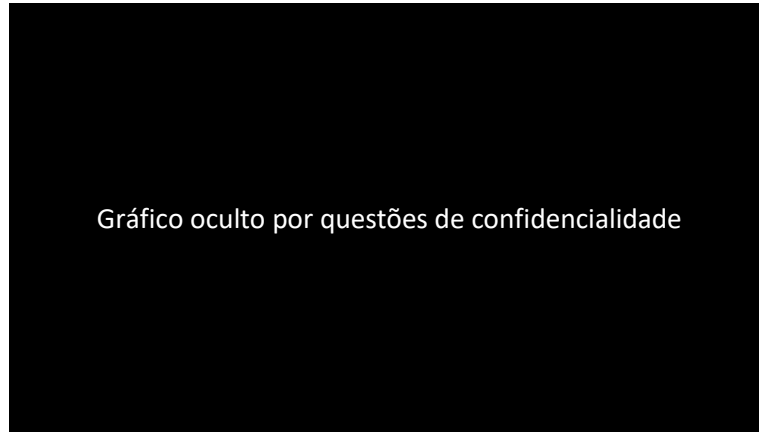


Gráfico 1 – Duração dos *setups*

Um dos problemas identificados logo à partida, no início do projeto, foi o facto de as tarefas executadas pelos colaboradores, durante a realização dos *setups*, não estarem descritas nem caracterizadas em nenhum documento. Tendo obrigado, numa fase inicial, a realizar a caracterização dos *setups* e respetivas tarefas, apresentadas anteriormente.

Um dos problemas identificados durante os *setups* que envolvem a troca dos segmentos, prende-se com a dificuldade que os operadores enfrentam ao inserirem os segmentos no tambor. Este problema ocorre devido à complexidade da tarefa de alinhar os parafusos do tambor com as ranhuras dos segmentos, como observado anteriormente.

Ainda nos *setups* relativos ao primeiro estágio, verificou-se que sempre que é efetuada uma troca de tambor (tanto na mudança de tambor como na mudança de jante), o tambor, por vezes, não se encontra previamente preparado com os segmentos e espacejadores especificados para o artigo a produzir. Este facto, obriga aos operadores a realizarem a preparação do tambor posteriormente à troca deste, aumentando assim o tempo de máquina parada. Para além disso, nestes *setups*, que envolvem a manipulação do tambor, verificou-se que os operadores revelaram dificuldade em identificar e alcançar a tenção ideal a aplicar sobre o tambor, no momento da sua remoção e montagem na máquina. O facto de os operadores não conseguirem identificar a tensão aplicada, leva a que estes executem a tarefa por tentativa erro, originando percas de tempo e possível danificação do veio da máquina, uma vez que tensão a mais pode empenar o veio da máquina e tensão a menos pode danificar o veio e o tambor devido a possíveis atritos.

No que respeita à mudança de jante do primeiro estágio, constatou-se que a manipulação da *cage* dos *fingers*, especialmente a manipulação da estrutura externa da *cage*, se revelou uma fonte de desperdício de tempo, devido a repetibilidade de tarefas aquando a remoção e montagem dos *fingers* na máquina. Ainda no 1st *stage*, na mudança de jante, após a realização da remoção de todos

³¹ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

os elementos do *tooling* da máquina, constatou-se que os parafusos eram facilmente trocados na montagem, uma vez se tratarem de parafusos muitos semelhantes.

Relativamente aos problemas identificados ao longo da análise dos *setups* realizados no segundo estágio dos módulos de construção, verificou-se que aquando a remoção das jantes de expansão, havia perda de tempo devido ao facto de apenas existir uma cinta para executar o transporte das jantes (figura 55). Sendo estas cintas fixas às jantes de expansão através de um parafuso, a montagem e remoção destas, leva a percas de tempo ao longo da execução do *setup*.

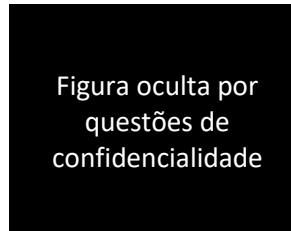


Figura 55 – Cintas de jante de expansão

Em relação à mudança da chapa da *turning table*, verificou-se que os operadores demonstravam dificuldades na identificação destas, uma vez que a única característica que as diferencia é o seu diâmetro, o que, para jantes com diâmetro semelhante, só é perceptível recorrendo a uma fita métrica. Ainda neste *setup*, verificou-se apenas existirem dois olhais para o transporte das chapas (figura 56), levando a percas de tempo na montagem e remoção destes. Finalmente, neste *setup*, constatou-se ainda que, no final da montagem da chapa na *turning table*, a identificação da localização para a meia lua, segundo o artigo a produzir, não era facilmente perceptível (figura 57).

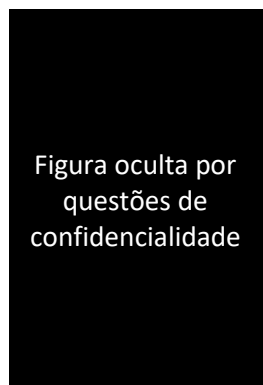


Figura 56 – Olhal

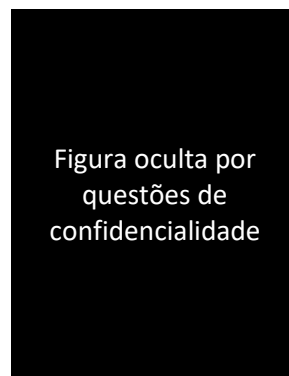


Figura 57 – Posição da
meia lua

Um dos problemas identificados, comum a ambos os estágios, foi o facto de não existirem instruções de trabalho para os *setups*. Apesar disso, através do estudo efetuado ao método e à sequência das operações realizadas pelos colaboradores na execução das mudanças, constatou-se que os operadores executavam os *setups* de forma semelhante. De facto, estes recebem formação sobre as atividades a desempenhar e, tendo em conta a inexistência de muitas variantes na sequência de operações do *setup*, por norma, estes são executados de acordo com as especificações do fabricante. Apesar disso, considerou-se importante a criação de instruções de trabalho para todos os *setups*.

Ao longo da análise de todas as mudanças, verificou-se existir apenas um carro de ferramentas e utensílios para a realização dos *setups* (carro do *setup*), para ambos os estágios (1st *stage* e 2nd *stage*) nos três módulos de construção. O que significa que poderão faltar ferramentas, no caso de

estarem a ocorrer *setups* em simultâneo nos módulos de construção. Para além disto, verificou-se que as ferramentas disponíveis no carro do *setup*, não se encontravam identificadas nem organizadas, não sendo possível reconhecê-las facilmente.

Finalmente, nas bancadas de apoio aos postos de trabalho, que albergam as ferramentas a serem utilizadas durante a produção e os documentos para consulta (por exemplo, as instruções de trabalho e as listas de verificação), identificou-se a inexistência de locais específicos para a colocação das ferramentas, apresentando-se confusas e desarrumadas, levando consequentemente, a que os operadores perdessem tempo na procura destas.

Uma das ferramentas indispensáveis para a execução das verificações após ser realizado o *setup*, é a fita métrica, no entanto, estas estão constantemente em falta. Este problema, pelo que foi verificado, persistia em todos os postos de trabalho. Após ter sido realizada uma investigação sobre a razão deste problema, averiguou-se que, o défice de fitas métricas deve-se à falta de gestão destas, uma vez que não há controlo sobre quantas fitas métricas estão disponíveis, nem a sua localização. O que leva a que, muitas vezes, os operadores percam tempo na procura e na requisição desta ferramenta de medição.

Na tabela 15, são apresentados, de forma sucinta, os problemas e oportunidades de melhoria identificados ao longo da análise dos *setups*.

Tabela 15 – Tabela resumo dos problemas e oportunidades de melhoria identificados

Setup	Problema / Oportunidade de melhoria
Todos os <i>setups</i> relativos ao 1 st <i>stage</i> e ao 2 nd <i>stage</i> .	<ul style="list-style-type: none"> – Indiferenciação das tarefas do setup – Ausência de instruções de trabalho – Carro do setup desorganizado, sendo este comum aos dois estágios e a todos os módulos – Bancadas de apoio à produção confusas e desarrumadas – Ausência de controlo de fitas métricas disponibilizadas nos postos de trabalho
Mudança de segmentos Mudança de segmentos e espacejadores Mudança de tambor/jante e segmentos Mudança de tambor/jante, segmentos e espacejadores.	<ul style="list-style-type: none"> – Dificuldades a inserir segmentos no tambor
Mudança de tambor/jante Mudança de tambor/jante e espacejadores Mudança de tambor/jante e segmentos Mudança de tambor/jante, segmentos e espacejadores	<ul style="list-style-type: none"> – Dificuldade em identificar a tensão ideal a aplicar sobre o tambor
Mudança de tambor/jante e espacejadores Mudança de tambor/jante e segmentos Mudança de tambor/jante segmentos e espacejadores	<ul style="list-style-type: none"> – Possibilidade de pré-preparação do tambor
Mudança de jante Mudança de jante e espacejadores Mudança de jante e segmentos Mudança de jante, espacejadores e segmentos.	<ul style="list-style-type: none"> – Tarefas repetitivas na manipulação das <i>cages</i> – Possibilidade de confundir os parafusos da máquina durante o setup
Mudança de jante de expansão	<ul style="list-style-type: none"> – Apenas uma cinta disponível para o transporte das jantes de expansão
Mudança da chapa da <i>turning table</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Dificuldade em diferenciar as chapas da <i>turning table</i> – Apenas dois olhais disponíveis para o transporte das chapas da <i>turning table</i> – Dificuldade em identificar a posição a colocar a meia lua na chapa da <i>turning table</i>

No capítulo seguinte serão apresentadas as soluções para os problemas identificados na tabela 15.

5. IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS E ANÁLISE DE RESULTADOS

No capítulo anterior enumeraram-se os problemas identificados ao longo da análise realizada aos *setups*. Neste capítulo, são apresentadas as soluções para resolução dos problemas apresentados, tendo por base as ferramentas *lean manufacturing* (SMED, 5S e gestão visual). As soluções de melhoria visam a redução dos tempos de *setup* (aplicação da metodologia SMED), a atualização de instruções de trabalho e a implementação das ferramentas 5S e gestão visual. Ainda neste capítulo, são apresentados os resultados que se esperam obter com a implementação das melhorias apresentadas, sendo realizada uma análise dos resultados.

5.1. Implementação da metodologia SMED

Para a implementação da metodologia SMED, e uma vez que esta metodologia nunca havia sido implementada, primeiramente, realizou-se uma análise e identificação dos *setups* realizados nos módulos de construção, segmentando-os em tarefas e estas, por sua vez, em micro tarefas. Em simultâneo, identificaram-se as micro tarefas como sendo interna e externas, assim como a duração destas e a distância percorrida pelos colaboradores. Seguidamente, após se ter realizado a distinção das micro tarefas como sendo do tipo internas ou externas, de acordo com a possibilidade de estas serem realizadas com a máquina parada ou em funcionamento, reuniram-se esforços de forma a converter as tarefas e micro tarefas internas em externas. Finalmente, racionalizaram-se todos os aspetos da operação do *setup*, na tentativa de otimizá-lo e solucionar os problemas identificados.

5.1.1. Fase 1 da implementação da metodologia SMED

A fase 1 da implementação da metodologia SMED, consistiu em caracterizar cada um dos *setups* e efetuar um levantamento dos tempos associados a estes. A informação daqui resultante, é necessária não só para a execução do projeto em questão, mas também devido à sua importância para a realização de uma programação da produção eficaz. Deste modo, após se ter efetuado as filmagens das mudanças, caracterizou-se cada um dos *setups* e identificando-se as tarefas e micro tarefas levadas a cabo pelos operadores. Identificou-se também o número de operadores necessários para a realização de cada um dos *setups* e a distância percorrida por estes. Finalmente, calculou-se o tempo correspondente a cada uma das micro tarefas e respetivas tarefas.

Com as tarefas dos *setups* bem definidas, deu-se início à implementação da metodologia SMED. Desta forma, em primeiro lugar, identificou-se as micro tarefas como sendo externas, caso estas fossem possíveis de ser realizadas com a máquina em funcionamento, e internas, caso contrário. De seguida, são apresentadas as tabelas relativas a cada um dos *setups*, que resultaram das ações descritas acima. Como visto no capítulo anterior, existem conjuntos de tarefas que são realizadas de igual modo, em diferentes *setups*. Assim, de forma a evitar realizar uma demonstração exaustiva e repetitiva, ao longo da apresentação das tabelas, são realizadas referências cruzadas para as tabelas cujas tarefas são realizadas do mesmo modo.

No que respeita às tarefas e micro tarefas relativas à **mudança de espacejadores**, nas tabelas 16, 17 e 18, observa-se assinalado a vermelho as tarefas identificadas como sendo internas e a verde as tarefas identificadas como externas. Assim, as tarefas identificadas com a cor verde, são passíveis

de serem realizadas com a máquina em funcionamento (*setup externo*). De frisar que a tabela 18, que corresponde à mudança de materiais nas estações de desenrolamento, é inerente a todos os *setups* relativos ao 1st *stage*.

Deste modo, a tarefa “Verificar os espacejadores localizados junto da máquina” e a tarefa “Preparar ferramentas para realizar o *setup*” (tabela 16) podem ser realizadas antes da paragem da máquina. Relativamente às micro tarefas que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento, para este *setup* identificaram-se as seguintes: “Colocar o carro do *setup* no respetivo lugar”, “Colocar a caixa de *setup* no respetivo lugar” e “Verificar materiais que irão entrar nas estações de desenrolamento” (tabela 17). Procedendo-se à conversão das tarefas identificadas como externas, a duração da mudança de espacejadores passa de [REDACTED]³². Com a conversão das tarefas e micro tarefas internas em externas, obtém uma redução de tempo de 5% (92 segundos).

Relativamente à **mudança de segmentos**, nas tabelas 19, 20, 21 e 18, estão explicitadas, pela ordem enumerada, as tarefas e micro tarefas respeitantes à execução deste *setup*. Nestas tabelas, observa-se assinalado a vermelho as tarefas identificadas como sendo internas e a verde as tarefas identificadas como externas. Deste modo, as tarefas identificadas com a cor verde, são passíveis de serem realizadas com a máquina em funcionamento (*setup externo*).

Assim, observando-se as tabelas referidas, verifica-se que a tarefa “Verificar segmentos localizados junto da máquina” e a tarefa “Preparar ferramentas para realizar o *setup*”, estão identificadas como sendo externas (tabela 19). Na tabela 21 observa-se que as micro tarefas “Colocar carro do *setup* no respetivo lugar”, “Colocar a caixa de *setup* no respetivo lugar” e “Verificar materiais que irão entrar nas estações de desenrolamento”, também estão identificadas como sendo do tipo externas. Deste modo, as tarefas e micro tarefas referidas podem ser realizadas com a máquina em produção. Passando a realizar-se as tarefas e micro tarefas referidas com a máquina em funcionamento, a duração da mudança de segmentos passa de [REDACTED]³², com esta ação obtém uma redução de tempo de 57 segundos (3%).

Em relação à **mudança de segmentos e espacejadores**, as tabelas 22, 23, 24 e 18, correspondem, respetivamente, às tarefas relativas a este *setup*, onde se assinalou a vermelho, as tarefas passíveis de serem realizadas com a máquina em funcionamento (externas). Na tabela 22 verifica-se que as tarefas “Verificar segmentos e espacejadores localizados junto da máquina” e “Preparar ferramentas para realizar o *setup*”, são passíveis de serem realizadas com a máquina em funcionamento. Na tabela 24 as micro tarefas “Colocar o carro do *setup* no respetivo lugar”, “Colocar a caixa do *setup* no respetivo lugar” e “Verificar materiais que irão entrar nas estações de desenrolamento”, podem ser realizadas com a máquina em funcionamento. Convertendo-se as tarefas e micro tarefas referidas em externas, a duração da mudança de segmentos e espacejadores passa de [REDACTED]³², com esta ação obtém uma redução de tempo de 57 segundos (2%).

³² Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

Tabela 16 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial na mudança de espacejadores³³

Tarefas	Micro - tarefas	Operador	Máquina	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	M	Int.	Ext.			
1. Inserir receita para nova corrida	1.1. Inserir receita para nova corrida	x		x		-	19	19
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1. Ativar modo <i>setup</i>	x		x		-	9	26
	2.2. Máquina executa as ordens		x	x		-	17	
3.								
4. Preparar ferramentas para executar o <i>setup</i>	4.1. Deslocar-se até junto do carro do <i>setup</i>	x			x	4	6	32
	4.2. Preparar a máquina de impacto com a chave a usar	x			x	-	19	
	4.3. Deslocar o carro do <i>setup</i> para junto da máquina	x			x	4	7	

Tabela 17 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de espacejadores³³

5.								
6. Trocar espacejadores	6.1. Remover espacejador 1 e inserir novo espacejador	x		x		-	19	117
	6.2. Remover espacejador 2 e inserir novo espacejador	x		x		-	21	
	6.3. Remover espacejador 3 e inserir novo espacejador	x		x		-	15	
	6.4. Remover espacejador 4 e inserir novo espacejador	x		x		-	17	
	6.5. Remover espacejador 5 e inserir novo espacejador	x		x		-	19	
	6.6. Remover espacejador 6 e inserir novo espacejador	x		x		-	26	
7.								
8.								
9.								

³³ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 18 – Tarefas e micro tarefas relativas à troca de materiais nas estações de desenrolamento³⁴

10.								
11.								
12. Retirar cassete da tela 1	12.1. Deslocar-se à estação 2	x		x		2	4	106
	12.2. Recolher material da linha	x	x	x		-	62	
	12.3. Retirar cassete e transportá-la para a área de armazenamento	x		x		11	40	
13. Inserir cassete da tela 1	13.1. Deslocar-se até junto da cassete a entrar	x		x		2	4	105
	13.2. Transportar e inserir cassete na estação 2	x		x		9	29	
	13.3. Colocar material na linha	x	x	x		-	72	
14. Retirar cassete da tela 2	14.1. Deslocar-se à estação 3	x		x		2	3	96
	14.2. Recolher material da linha	x	x	x		-	66	
	14.3. Retirar cassete e transportá-la para a área de armazenamento	x		x		9	27	
15. Inserir cassete da tela 2	15.1. Deslocar-se até junto da cassete a entrar	x		x		2	6	154
	15.2. Transportar e inserir cassete na estação 3	x		x		9	29	
	15.3. Colocar material na linha	x	x	x		-	119	
16.								
17.								
18. Finalizar <i>setup</i> e preencher lista de verificações	18.1 Deslocar-se para junto do <i>screen</i>	x		x		20	15	169
	18.2 Desativar o modo <i>setup</i> da máquina	x		x		-	11	
	18.3 Máquina executa as ordens		x	x		-	23	
	18.4 Preencher lista de verificações de acordo com as normas existentes	x		x		-	120	

³⁴ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 19 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial na mudança de segmentos

Tarefas	Micro - tarefas	Operadores		Máquina	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	OP2	M	Int	Ext.			
1. Inserir receita para nova corrida	1.1 Inserir receita para nova corrida	x			x		-	19	19
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1 Colocar máquina em modo <i>setup</i>	x			x		-	9	26
	2.2 Máquina executa as ordens	x		x	x		-	17	
3. Verificar segmentos localizados junto da máquina	3.1. Deslocar-se até junto da caixa de <i>setup</i> e verificar segmentos		x			x	2	24	35
	3.2. Deslocar caixa de <i>setup</i> para junto da máquina		x			x	2	11	
4. Preparar ferramentas para executar o <i>setup</i>	4.1. Deslocar-se até junto do carro do <i>setup</i>	x				x	2	6	32
	4.2. Preparar a máquina de impacto de impacto com a chave a usar	x				x	-	19	
	4.3. Deslocar-se até junto da máquina	x				x	2	7	

Tabela 20 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de segmentos, parte 1³⁵

5. Trocar par de segmentos 1	5.1. Desapertar parafusos que fixam os dois segmentos ao tambor	x			x		-	39	146
	5.2. Remover um segmento, colocá-lo na caixa e voltar à máquina com um novo	x			x		4	29	
	5.3. Remover um segmento, colocá-lo na caixa e voltar à máquina		x		x		4	23	
	5.4. Inserir segmento	x	x		x		-	23	
	5.5. Deslocar-se à caixa, pegar num segmento e voltar à máquina	x			x		4	14	
	5.6. Inserir segmento	x	x		x		-	18	
	5.7. Fixar segmentos	x			x		-	23	
6.									
7.									

³⁵ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 21 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de segmentos, parte 2³⁶

8.									
9.									
10.									
11. Verificar o alinhamento dos segmentos e arrumar ferramentas	11.1. Desloca-se ao carro do <i>setup</i> , trocar de ferramentas e voltar	x			x		4	6	30
	11.2. Verificar e retificar alinhamento dos segmentos	x			x		-	9	
	11.3. Arrumar ferramentas no carro do <i>setup</i>	x			x		2	9	
	11.3. Colocar caixa de <i>setup</i> no respectivo lugar		x			x	3	4	
	11.4. Colocar carro do <i>setup</i> no respectivo lugar	x				x	4	6	
12.									
Tarefas 13 à 21 (relativas à troca de materiais e à finalização do <i>setup</i>) executadas de acordo com a tabela 18									

³⁶ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 22 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial na mudança de segmentos e espacejadores³⁷

Tarefas	Micro - tarefas	Operadores		Máquina	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	OP2	M	Int	Ext.			
1. Inserir receita para nova corrida	1.1 Inserir receita para nova corrida	x			x		-	19	19
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1 Colocar máquina em modo <i>setup</i>	x			x		-	9	26
	2.2 Máquina executa as ordens	x		x	x		-	17	
3. Verificar segmentos e espacejadores localizados junto da máquina	3.1. Deslocar-se até junto da caixa de <i>setup</i> e verificar espacejadores e segmentos		x			x	2	27	42
	3.2. Deslocar a caixa de <i>setup</i> para junto da máquina		x			x	2	15	
4. Preparar ferramentas para executar <i>setup</i>	4.1. Deslocar-se até junto do carro do <i>setup</i>	x				x	2	6	32
	4.2. Preparar a máquina de impacto com a chave a usar	x				x	-	19	
	4.3. Deslocar-se até junto da máquina	x				x	2	7	

Tabela 23 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de segmentos e espacejadores, parte 1

5. Trocar par de segmentos e espacejador 1	5.1. Desapertar parafusos que fixam os dois segmentos ao tambor	x			x		-	35	176
	5.2. Remover segmento, colocá-lo na caixa e voltar à máquina com novo segmento	x			x		4	33	
	5.3. Inserir segmento	x	x		x		-	23	
	5.4. Remover segmento, colocá-lo na caixa e voltar à máquina com novo espacejador		x		x		4	19	
	5.5. Trocar espacejador		x		x		-	7	
	5.6. Colocar espacejador na caixa, pegar num segmento e voltar à máquina		x		x		4	19	
	5.7. Inserir segmento	x	x		x		-	17	
	5.8. Fixar segmentos	x			x		-	23	
6.									
7.									

³⁷ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 24 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de segmentos e espacejadores, parte 2³⁸

8.									
9.									
10.									
11. Verificar o alinhamento dos segmentos e arrumar ferramentas	11.1 Desloca-se ao carro do <i>setup</i> , trocar de ferramentas e voltar	x			x		4	6	30
	11.2 Verificar e retificar alinhamento dos segmentos	x			x		-	9	
	11.3 Arrumar ferramentas no carro do <i>setup</i>	x			x		2	9	
	11.4 Colocar caixa de <i>setup</i> no respetivo lugar		x			x	3	9	
	11.5 Colocar carro do <i>setup</i> no respetivo lugar	x				x	4	6	
12.									
Tarefas 13 à 21 (relativas à troca de materiais e à finalização do <i>setup</i>) são executadas de acordo com a tabela 18									

³⁸ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

No que respeita às tarefas relativas à **mudança de tambor**, estas são apresentadas, respetivamente, nas tabelas 25, 26, 27, 28, 29 e 18. Através da observação destas tabelas, é possível identificar as tarefas e micro tarefas passíveis de serem realizadas com a máquina em funcionamento, identificadas a verde. Deste modo, a tarefa “Verificar tambor localizado junto da máquina” (tabela 25) e as micro tarefas “Pegar nas cintas do tambor montado na máquina e voltar para junto da máquina” (tabela 26), “Colocar carro do *setup* no respetivo lugar” (tabela 27) e “Verificar materiais que irão entrar nas estações de desenrolamento” (tabela 29), podem ser realizadas com a máquina em produção. Convertendo-se as tarefas e micro tarefas indicada em externas, a duração da mudança de tambor passa de [REDAZIDA] ³⁹. Com esta ação obtém uma redução de tempo de apenas 33 segundos (2%).

Ainda na mudança de tambor, mas desta vez na **mudança de tambor e espacejadores**, as tarefas e micro tarefas correspondentes a este *setup* encontram-se descritas nas tabelas pela seguinte ordem tabela 30, 26, 31, 28, 17 e 18. Pela análise da tabela 30 verifica-se que a tarefa “Verificar o tambor e espacejadores localizados junto da máquina” pode ser realizada com a máquina em funcionamento, assim como as micro tarefas “Pegar nas cintas do tambor montado na máquina e voltar para junto da máquina” (tabela 26), “Colocar carro do *setup* no respetivo lugar”, “Colocar caixa de *setup* no respetivo lugar” e “Verificar materiais que irão entrar nas estações de desenrolamento” (tabela 17). Procedendo à conversão em termos de tempo destas ações, isto é, convertendo-se as tarefas e micro tarefas referidas em externas, a duração do *setup* passa de [REDAZIDA] ³⁹, obtém uma redução de tempo na ordem dos 4% (86 segundos).

Relativamente à **mudança de tambor e segmentos**, as tarefas relativas a este *setup*, são apresentadas, respetivamente, nas tabelas 32, 26, 31, 28, 20, 21 e 18. Analisando-se a tabela 32, verifica-se que a tarefa “Verificar o tambor e segmentos localizados junto da máquina” pode ser realizada com a máquina em funcionamento, assim como as micro tarefas “Colocar carro do *setup* no respetivo lugar”, “Colocar caixa de *setup* no respetivo lugar” e “Verificar materiais que irão entrar nas estações de desenrolamento” (tabela 21). Convertendo-se a tarefa e micro tarefas referidas em externas, a duração do *setup* é reduzida em 4%, passando de [REDAZIDA] ³⁹, obtém uma redução de tempo de 86 segundos.

Por último, as tarefas relativas à **mudança de tambor, segmentos e espacejadores**, são descritas nas tabelas 33, 26, 31, 28, 23, 24 e 18, de acordo com a ordem enumerada. Pela análise da tabela 33 constata-se que a tarefa “Verificar o tambor, segmentos e espacejadores localizados junto da máquina” pode ser realizada com a máquina em funcionamento, assim como as micro tarefas “Pegar nas cintas do tambor montado na máquina e voltar para junto da máquina” (tabela 26), “Colocar carro do *setup* no respetivo lugar”, “Colocar caixa de *setup* no respetivo lugar” e “Verificar materiais que irão entrar nas estações de desenrolamento” (tabela 24). Convertendo-se a tarefa e micro tarefas referidas em externas obtém-se uma redução do tempo de *setup* em 89 segundos (3%), isto é, a duração do *setup* passa de [REDAZIDA] ³⁹.

³⁹ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

Tabela 25 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial da mudança de tambor⁴⁰

Tarefas	Micro tarefas	Operadores		Máquina	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	OP2	M	Int	Ext.			
1. Inserir receita para nova corrida	1.1. Inserir receita para nova corrida	x			x		-	19	19
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1. Colocar máquina em modo <i>setup</i>	x			x		-	9	26
	2.2. Máquina executa as ordens	x		x	x		-	17	
3. Verificar tambor localizado junto da máquina	3.1. Deslocar-se até junto do tambor a entrar e verificar se está de acordo com o especificado		x			x	9	14	14
	3.2. Deslocar-se até junto do carro do <i>setup</i> e levá-lo para junto da máquina	x				x	4	7	
4.									

Tabela 26 – Tarefas e micro tarefas relativas à remoção do tambor

5. Remover tambor	5.1. Pegar nas esferas, nas molas e no travão e deslocar-se até ao tambor	x			x		2	14	265
	5.2. Inserir esferas, molas e travão no tambor para que este fique travado	x			x		-	58	
	5.3. Pegar nas cintas do tambor montado na máquina e voltar para junto da máquina		x			x	16	22	
	5.4. Colocar cintas no tambor e suspendê-las no <i>monorail</i>		x			x	-	15	
	5.5. Tencionar cintas com o auxílio do <i>monorail</i>		x	x		x	-	14	
	5.6. Deslocar-se ao carro do <i>setup</i> , pegar nas ferramentas para desapertar tambor e voltar	x				x	4	15	
	5.7. Remover anel e anilha do tambor	x				x	-	48	
	5.8. Colocar ferramentas, anel e anilha no carro do <i>setup</i> e voltar com protetor de veio	x				x	4	13	
	5.9. Inserir o protetor de veio no veio da máquina	x				x	-	19	
	5.10. Remover tambor da máquina com o auxílio do <i>monorail</i>	x	x	x		x	-	23	
	5.11. Transportar tambor até ao seu rack de transporte com o auxílio do <i>monorail</i>	x	x	x		x	10	64	
	5.12. Remover e arrumar cintas		x			x	-	11	

⁴⁰ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 27 – Micro tarefas relativas à tarefa “Inserir tambor” na mudança de tambor

6. Inserir tambor	6.1 Posicionar <i>monorail</i> junto do tambor a entrar	x	x	x	x	1	12	278
	6.2 Suspende cintas do tambor no <i>monorail</i>	x			x	-	8	
	6.3 Transportar tambor até junto da máquina	x	x	x	x	9	61	
	6.4 Inserir tambor na máquina com o auxílio do <i>monorail</i>	x	x		x	-	74	
	6.5 Remover protetor do veio	x			x	-	6	
	6.6 Colocar protetor de veio no carro de <i>setup</i> e pegar ferramentas para fixar tambor	x			x	2	17	
	6.7 Fixar tambor (com anilha e anel roscado)	x			x	-	30	
	6.8 Remover e arrumar cintas no rack de transporte do tambor		x		x	12	25	
	6.9 Remover travões do tambor	x			x	-	21	
	6.10 Colocar travões no carro do <i>setup</i> e voltar para junto do tambor	x			x	2	11	
	6.11 Remover esferas com o auxílio do íman	x			x	-	14	
	6.12 Arrumar esferas e íman no carro do <i>setup</i>	x			x	2	17	
	6.13 Colocar carro do <i>setup</i> no respetivo lugar	x			x	x	4	

Tabela 28 – Micro tarefas relativas à tarefa “Arrumar *monorail* do *setup*”⁴¹

7.		
----	--	--

Tabela 29 – Micro tarefas relativas à tarefa “Verificar camada e telas” na mudança de tambor⁴¹

8.		
Tarefas 9 à 17 (relativas à troca de materiais e à finalização do <i>setup</i>) são executadas de acordo com a tabela 18		

⁴¹ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 30 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial mudança de tambor e espacejadores⁴²

Tarefas	Micro tarefas	Operadores		Máquina	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	OP2	M	Int	Ext.			
1. Inserir receita para nova corrida	1.1. Inserir receita para nova corrida	x			x		-	19	19
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1. Colocar máquina em modo <i>setup</i>	x			x		-	9	26
	2.2. Máquina executa as ordens	x		x	x		-	17	
3. Verificar tambor e espacejadores localizados junto da máquina	3.1. Deslocar-se até junto do tambor a entrar e verificar se está de acordo com o especificado		x			x	9	14	54
	3.2. Deslocar-se até junto da caixa de <i>setup</i> e verificar espacejadores	x				x	2	17	
	3.3. Deslocar caixa de <i>setup</i> para junto da máquina	x				x	2	11	
	3.4. Deslocar-se até junto do carro do <i>setup</i> e leva-o para junto da máquina	x				x	4	7	
	3.5. Preparar máquina de impacto com chave a usar	x				x	-	19	
4.									
Tarefa 5 (relativa à remoção do tambor) executadas de acordo com a tabela 26									

Tabela 31 – Micro tarefas relativas à tarefa “Inserir tambor”, nas mudanças conjugadas

6. Inserir tambor	6.1 Posicionar <i>monorail</i> junto do tambor a entrar	x	x	x	x		1	12	271
	6.2 Suspende cintas do tambor no <i>monorail</i>	x			x		-	8	
	6.3 Transportar tambor até junto da máquina	x	x	x	x		9	61	
	6.4 Inserir tambor na máquina com o auxílio do <i>monorail</i>	x	x		x		-	74	
	6.5 Remover protetor do veio	x			x		-	6	
	6.6 Colocar protetor de veio no carro de <i>setup</i> e pegar ferramentas para fixar tambor	x			x		2	17	
	6.7 Fixar tambor (com anilha e anel roscado)	x			x		-	30	
	6.8 Remover e arrumar cintas no rack de transporte do tambor		x		x		12	25	
	6.9 Remover travões do tambor	x			x		-	21	
	6.10 Colocar travões no carro do <i>setup</i> e voltar para junto do tambor	x			x		2	11	
	6.11 Remover esferas com o auxílio do íman	x			x		-	14	
	6.12 Arrumar esferas e íman no carro do <i>setup</i>	x			x		2	17	
Tarefa 7 (relativa à arrumação do monorail) executada de acordo com a tabela 28									
Tarefas 8 à 12 (relativas à troca de espacejadores) executadas de acordo com a tabela 17									
Tarefas 13 à 21 (relativas à troca de materiais e à finalização do <i>setup</i>) executadas de acordo com a tabela 18									

⁴² Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 32 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial da mudança de tambor e segmentos⁴³

Tarefas	Micro tarefas	Operadores		Máquina	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	OP2	M	Int	Ext.			
1. Inserir receita para nova corrida	1.1. Inserir receita para nova corrida	x			x		-	19	19
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1. Colocar máquina em modo <i>setup</i>	x			x		-	9	26
	2.2. Máquina executa as ordens	x		x	x		-	17	
3. Verificar tambor e segmentos localizados junto da máquina	3.1. Deslocar-se até ao tambor a entrar e verificar se está de acordo com o especificado		x			x	9	14	61
	3.2. Deslocar-se até junto da caixa de <i>setup</i> e verificar segmentos	x				x	2	24	
	3.3. Deslocar caixa de <i>setup</i> para junto da máquina	x				x	2	11	
	3.4. Deslocar-se até junto do carro do <i>setup</i> e leva-o para junto da máquina	x				x	4	7	
	3.5. Preparar máquina de impacto com chave a usar	x				x	-	19	
4.									
Tarefa 5 (relativa à remoção do tambor) executadas de acordo com a tabela 26 Tarefa 6 (relativa à montagem do tambor) executada de acordo com a tabela 31 Tarefa 7 (relativa à manipulação do <i>monorail</i>) executada de acordo com a tabela 28 Tarefas 8 à 15 (relativas à troca de segmentos) executada de acordo com as tabelas 20 e 21 Tarefas 16 à 24 (relativas à troca de materiais e à finalização do <i>setup</i>) executadas de acordo com a tabela 18									

Tabela 33 – Tarefas e micro tarefas relativas à fase inicial da mudança de tambor, segmentos e espacejadores⁴³

Tarefas	Micro tarefas	Operadores		Máquina	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	OP2	M	Int	Ext.			
1. Inserir receita para nova corrida	1.1. Inserir receita para nova corrida	x			x		-	19	19
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1. Colocar máquina em modo <i>setup</i>	x			x		-	9	26
	2.2. Máquina executa as ordens	x		x	x		-	17	
3. Verificar tambor, segmentos e espacejadores localizados junto da máquina	3.1. Deslocar-se ao tambor a entrar e verificar se está de acordo com o especificado		x			x	9	14	78
	3.2. Deslocar-se até junto da caixa de <i>setup</i> e verificar segmentos e espacejadores	x				x	2	27	
	3.3. Deslocar caixa de <i>setup</i> para junto da máquina	x				x	2	11	
	3.4. Deslocar-se até junto do carro do <i>setup</i> e leva-o para junto da máquina	x				x	4	7	
	3.5. Preparar máquina de impacto com chave a usar	x				x	-	19	
4.									
Tarefa 5 (relativa à remoção do tambor) executadas de acordo com a tabela 26 Tarefa 6 (relativa à montagem do tambor) executada de acordo com a tabela 31 Tarefa 7 (relativa à manipulação do <i>monorail</i>) executada de acordo com a tabela 28 Tarefas 8 à 15 (relativas à troca de segmentos) executada de acordo com as tabelas 23 e 24 Tarefas 16 à 24 (relativas à troca de materiais e à finalização do <i>setup</i>) executadas de acordo com a tabela 18									

⁴³ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Para a **mudança de jante**, efetuou-se o mesmo procedimento que nas mudanças anteriores, e identificaram-se as tarefas e micro tarefas passíveis de serem convertidas em externas. Deste modo, de seguida, nas tabelas 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 e 18 apresenta-se os resultados obtidos da análise a este setup. Pela observação das tabelas, verifica-se que a tarefa “Verificar componentes localizados junto da máquina” (tabela 34) e as micro tarefas “Pegar nas cintas do tambor montado na máquina e voltar para junto da máquina” (tabela 35), “Colocar o carro do *setup* no respetivo lugar” (tabela 40) e “Verificar os materiais que irão entrar na estações de desenrolamento” (tabela 41), podem ser realizadas com a máquina em funcionamento (*setup* externo). Através da conversão das tarefas e micro tarefas mencionadas, obtém-se uma redução de tempo de 1% (41 segundos), isto é, o *setup* passa de [REDAZIDA].⁴⁴

As tarefas correspondentes à **mudança de jante e espacejadores**, estão apresentadas nas tabelas 42, 43, 36, 37, 38, 39, 40, 17 e 18, pela ordem enumerada. Calculando-se a redução de tempo resultante da conversão das tarefas identificadas como externas, verifica-se uma redução da duração do *setup* em 2% (109 segundos), ou seja, a duração passa de [REDAZIDA].³⁰

As tarefas correspondentes à **mudança de jante de segmentos**, estão apresentadas nas tabelas 44, 43, 36, 37, 38, 39, 40, 20, 21 e 18, pela ordem enumerada. Convertendo-se as micro tarefas identificadas a verde em externas, obtém-se uma redução do tempo de *setup* em 2% (114 segundos), isto é, a duração do *setup* passa de [REDAZIDA].³⁰

Finalmente, as tarefas correspondentes à **mudança de jante, segmentos e espacejadores**, estão apresentadas nas tabelas 45, 43, 36, 37, 38, 39, 40, 23, 24 e 18, pela ordem enumerada. Neste *setup*, tal como no anterior, o retorno da conversão das tarefas identificadas como externas é de 2% (114 segundos), a duração do *setup* passa de [REDAZIDA].³⁰

⁴⁴ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

Tabela 34 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante⁴⁵

Tarefas	Micro tarefas	Operador		Máquina	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	OP2	M	Int.	Ext.			
1. Inserir receita para nova corrida	1.1. Inserir receita para nova corrida		x		x		-	19	19
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1. Colocar máquina em modo <i>setup</i>		x		x		-	9	26
	2.2. Máquina executa as ordens		x	x	x		-	17	
3. Verificar componentes localizados junto da máquina	3.1. Deslocar-se até componentes a entrar e verificar se estão de acordo com o especificado	x				x	13	41	49
	3.2. Deslocar-se até junto do carro do <i>setup</i> e levá-lo para junto da máquina	x				x	4	8	
4.									

Tabela 35 – Micro tarefas relativas à tarefa “Remover tambor” na mudança de jante

5. Remover tambor	5.1 Pegar nas esferas e no travão e deslocar-se até ao tambor	x			x		2	14	311
	5.2 Inserir esferas, molas e travão no tambor para que este fique travado	x			x		-	58	
	5.3 Pegar nas cintas do tambor montado na máquina e voltar para junto da máquina		x			x	16	22	
	5.4 Colocar cintas no tambor e suspendê-las no <i>monorail</i>		x		x		-	15	
	5.5 Tencionar cintas com o auxílio do <i>monorail</i>		x	x	x		-	14	
	5.6 Deslocar-se ao carro do <i>setup</i> , pegar nas ferramentas para desapertar tambor e voltar	x			x		4	15	
	5.7 Remover anel e anilha do tambor	x			x		-	48	
	5.8 Colocar ferramentas, anel e anilha no carro do <i>setup</i> e voltar com protetor de veio	x			x		4	13	
	5.9 Inserir o protetor de veio no veio da máquina	x			x		-	19	
	5.10 Remover tambor da máquina com o auxílio do <i>monorail</i>	x	x	x	x		-	23	
	5.11 Transportar tambor até à sua localização com o auxílio do <i>monorail</i>	x	x	x	x		10	64	
	5.12 Remover e arrumar cintas		x		x		-	11	

Tabela 36 – Tarefas e micro tarefas relativas à remoção das *dog ears*⁴⁵

6.									
7. Remover <i>dog ears</i>	7.1 Colocar cinta na <i>dog ear</i> esquerda e suspender no <i>monorail</i>	x			x		-	15	248
	7.2 Remover <i>dog ear</i> esquerda (desapertar dois parafusos manualmente e empurrar gatilho)	x	x		x		-	18	
	7.3 Transportar <i>dog ear</i> até ao rack de transporte com o auxílio do <i>monorail</i> e pousá-la	x	x	x	x		10	72	
	7.4 Voltar para junto da máquina com o <i>monorail</i>	x	x	x	x		10	41	
	7.5 Colocar cinta na <i>dog ear</i> direita e suspender no <i>monorail</i>	x			x		-	13	
	7.6 Remover <i>dog ear</i> direita (desapertar dois parafusos manualmente e empurrar gatilho)	x	x		x		-	21	
	7.7 Transportar <i>dog ear</i> até ao rack de transporte com o auxílio do <i>monorail</i> e pousá-la	x	x	x	x		10	68	

⁴⁵ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 37 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante, parte 1⁴⁶

8.									
9. Remover diafragma direito	9.1 Colocar cintas no diafragma e suspender no <i>monorail</i>		x		x		-	39	100
	9.2 Desapertar os três parafusos que fixam o diafragma e remover diafragma direito	x	x		x		-	27	
	9.3 Recolher estrutura do diafragma	x		x	x		-	13	
	9.4 Transportar diafragma até ao rack de transporte com o auxílio do <i>monorail</i> e pousá-lo	x	x	x	x		5	21	
10.									
11. Remover diafragma esquerdo	11.1 Movimentar <i>monorail</i> até ao diafragma esquerdo		x	x	x		2	9	113
	11.2 Colocar cintas no diafragma e suspender no <i>monorail</i>		x		x		-	39	
	11.3 Desapertar os três parafusos que fixam o diafragma e remover diafragma esquerdo	x	x		x		-	22	
	11.4 Recolher estrutura dos diafragmas		x		x		-	20	
	11.5 Transportar diafragma até ao rack de transporte com o auxílio do <i>monorail</i> e pousá-lo	x	x	x	x		5	23	
12.									
13. Remover anel esquerdo	13.1 Posicionar <i>monorail</i> junto do anel esquerdo	x		x	x		2	9	123
	13.2 Inserir cinta no anel e suspender no <i>monorail</i>	x			x		-	13	
	13.3 Desapertar os três parafusos que fixam o anel à máquina e remover anel	x	x		x		-	35	
	13.4 Transportar anel para respetivo rack de transporte e pousá-lo	x	x	x	x		11	66	

⁴⁶ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 38 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante, parte 2

14. Remover <i>fingers</i> esquerdos	14.1 Posicionar <i>monorail</i> junto da estrutura externa da <i>cage</i>	x		x	x	8	45	202
	14.2 Adicionar cinta ao <i>monorail</i>		x		x	-	4	
	14.3 Transportar estrutura externa da <i>cage</i> para a máquina	x	x	x	x	2	11	
	14.4 Inserir estrutura externa da <i>cage</i> na máquina	x	x		x	-	21	
	14.5 Fixar estrutura externa à estrutura interna da <i>cage</i>	x	x		x	-	34	
	14.6 Fixar <i>fingers</i> à <i>cage</i> e remover estrutura da <i>cage</i> com os <i>fingers</i>	x	x		x	-	54	
	14.7 Transportar <i>cage</i> com os <i>fingers</i> para o respetivo rack de transporte e pousá-los	x	x	x	x	6	33	
15. Inserir <i>fingers</i> esquerdos	15.1 Movimento do <i>monorail</i> até rack de transporte dos <i>fingers</i> a entrar	x		x	x	1	8	230
	15.2 Inserir cintas no <i>monorail</i>		x		x	-	5	
	15.3 Transportar <i>cage</i> com os <i>fingers</i> até à máquina	x	x	x	x	7	46	
	15.4 Inserir <i>cage</i> com os <i>fingers</i> na máquina	x	x		x	-	38	
	15.5 Fixar <i>fingers</i> à máquina através de 4 parafusos	x	x		x	-	64	
	15.6 Soltar estrutura interna com os <i>fingers</i> da estrutura externa e remover estrutura ext.	x	x		x	-	50	
	15.7 Transportar estrutura externa da <i>cage</i> para fora da zona de segurança e pousá-la	x	x	x	x	2	19	
16. Remover anel direito	16.1 Posicionar <i>monorail</i> junto do anel direito	x		x	x	2	9	129
	16.2 Inserir cinta no anel e suspender no <i>monorail</i>		x		x	-	20	
	16.3 Desapertar os três parafusos que fixam o anel à máquina e remover anel	x	x		x	-	32	
	16.4 Transportar anel para o respetivo rack de transporte final e pousá-lo	x	x	x	x	11	68	
17. Inserir anel esquerdo	17.1 Inserir cinta no anel		x		x	-	12	133
	17.2 Transportar anel até à máquina	x	x	x	x	11	54	
	17.3 Inserir anel na máquina	x	x		x	-	22	
	17.4 Fixar anel à máquina através dos 3 parafusos	x	x		x	-	45	
18. Remover <i>fingers</i> direitos	18.1 Posicionar <i>monorail</i> junto da estrutura externa da <i>cage</i>	x		x	x	2	21	163
	18.2 Adicionar cinta ao <i>monorail</i>		x		x	-	4	
	18.3 Transportar estrutura externa da <i>cage</i> para a máquina	x	x	x	x	2	15	
	18.4 Inserir estrutura externa da <i>cage</i> na máquina	x	x		x	-	11	
	18.5 Fixar estrutura externa à estrutura interna da <i>cage</i>	x	x		x	-	36	
	18.6 Fixar <i>fingers</i> à <i>cage</i> e remover estrutura da <i>cage</i> com os <i>fingers</i>	x	x		x	-	41	
	18.7 Transportar <i>cage</i> com os <i>fingers</i> para o respetivo rack de transporte e pousá-los	x	x	x	x	6	35	
19. Inserir <i>fingers</i> direitos	19.1 Movimento do <i>monorail</i> até rack de transporte dos <i>fingers</i> a entrar	x		x	x	1	11	240
	19.2 Inserir cintas no <i>monorail</i>		x		x	-	4	
	19.3 Transportar <i>cage</i> com os <i>fingers</i> até à máquina	x	x		x	7	58	
	19.4 Inserir <i>cage</i> com os <i>fingers</i> na máquina	x	x	x	x	-	28	
	19.5 Fixar <i>fingers</i> à máquina através de 4 parafusos	x	x		x	-	60	
	19.6 Soltar estrutura interna com os <i>fingers</i> da estrutura externa e remover estrutura ext.	x	x		x	-	56	
	19.7 Transportar estrutura externa da <i>cage</i> para fora da zona de segurança e pousá-la	x	x	x	x	2	23	

Tabela 39 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante, parte 3⁴⁷

20.										
21. Inserir anel direito	21.1	Posicionar <i>monorail</i> sobre os anéis		x	x	x		5	27	179
	21.2	Inserir cinta no anel		x		x		-	9	
	21.3	Transportar anel até à máquina	x	x	x	x		11	58	
	21.4	Inserir anel na máquina	x	x		x		-	32	
	21.5	Fixar anel à máquina através dos 3 parafusos	x	x		x		-	53	
22.										
23. Inserir diafragmas	23.1	Posicionar <i>monorail</i> junto do diafragma a entrar	x		x	x		2	11	318
	23.2	Adicionar cintas ao <i>monorail</i>		x		x		-	9	
	23.3	Transportar diafragma para junto da máquina	x	x	x	x		8	40	
	23.4	Extrair estrutura que receberá os diafragmas		x	x	x		-	14	
	23.5	Inserir diafragma	x	x		x		-	27	
	23.6	Fixar diafragma através dos três parafusos	x	x		x		-	33	
	23.7	Remover e arrumar cintas e arrumar no rack de transporte dos diafragmas	x			x		12	18	
	23.8	Posicionar <i>monorail</i> junto do diafragma a entrar		x	x	x		8	21	
	23.9	Adicionar cintas ao <i>monorail</i>	x			x		-	10	
	23.10	Transportar diagrama para junto da máquina	x	x	x	x		8	41	
	23.11	Inserir diafragma	x	x		x		-	33	
	23.12	Fixar diafragma através dos três parafusos	x	x		x		-	40	
	23.13	Remover e arrumar cintas e arrumar no rack de transporte dos diafragmas		x		x		12	21	

⁴⁷ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 40 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante, parte 4⁴⁸

24. Inserir tambor	24.1	Posicionar <i>monorail</i> junto do tambor a entrar	x	x	x	x		9	35	301
	24.2	Suspender cintas do tambor no <i>monorail</i>	x			x		-	8	
	24.3	Transportar tambor até junto da máquina	x	x	x	x		9	61	
	24.4	Inserir tambor na máquina com o auxílio do <i>monorail</i>	x	x		x		-	74	
	24.5	Remover protetor do veio	x			x		-	6	
	24.6	Colocar protetor de veio no carro do <i>setup</i> e pegar ferramentas para fixar tambor	x			x		2	17	
	24.7	Fixar tambor (com anilha e anel roscado)	x			x		-	30	
	24.8	Remover e arrumar cintas no rack de transporte do tambor		x		x		12	25	
	24.9	Remover travões do tambor	x			x		-	21	
	24.10	Colocar travões no carro e voltar para junto do tambor	x			x		2	11	
	24.11	Remover esferas com o auxílio do íman	x			x		-	14	
	24.12	Arrumar esferas e íman no carro do <i>setup</i>	x			x		2	17	
	24.13	Colocar carro do <i>setup</i> no respetivo lugar	x				x	4	7	
25. Inserir <i>dog ears</i>	25.1	Descer extensão das <i>dog ears</i>	x		x	x		-	11	279
	25.2	Posicionar <i>monorail</i> junto da <i>dog ear</i> a entrar	x		x	x		9	19	
	25.3	Adicionar cinta ao <i>monorail</i>	x			x		-	11	
	25.4	Transportar <i>dog ear</i> direita para junto da máquina	x	x	x	x		9	29	
	25.5	Inserir <i>dog ear</i> direita e fixar	x	x		x		-	54	
	25.6	Remover cintas	x			x		-	11	
	25.7	Posicionar <i>monorail</i> junto da <i>dog ear</i> a entrar		x	x	x		9	26	
	25.8	Adicionar cinta ao <i>monorail</i>	x			x		-	11	
	25.9	Transportar <i>dog ear</i> esquerda para junto da máquina	x	x	x	x		9	37	
	25.10	Inserir <i>dog ear</i> esquerda e fixar	x	x		x		-	47	
	25.11	Remover cintas		x		x		-	6	
	25.12	Subir as <i>dog ears</i>	x		x	x		-	17	
26.										

Tabela 41 – Micro tarefas relativas à tarefa “Verificar camada e telas” na mudança de jante⁴⁸

27.									
Tarefas 28 à 36 (relativas à mudança de materiais e à finalização do setup) executadas de acordo com a tabela 18									

⁴⁸ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 42 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante e espacejadores⁴⁹

Tarefas	Micro tarefas	Operador		Máquina	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	OP2	M	Int.	Ext.			
1. Inserir receita para nova corrida	1.1. Inserir receita para nova corrida		x		x		-	19	19
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1. Colocar máquina em modo <i>setup</i>		x		x		-	9	26
	2.2. Máquina executa as ordens		x	x	x		-	17	
3. Verificar componentes localizados junto da máquina	3.1. Deslocar-se até componentes a entrar e verificar se estão de acordo com o especificado		x			x	13	41	59
	3.2. Deslocar-se até junto da caixa de <i>setup</i> e verificar segmentos	x				x	4	19	
	3.3. Deslocar caixa de <i>setup</i> para junto da máquina	x				x	2	11	
	3.4. Deslocar-se até junto do carro do <i>setup</i> e leva-o para junto da máquina	x				x	4	7	
	3.5. Preparar máquina de impacto com chave a usar	x				x	-	19	
4.									

Tabela 43 – Micro tarefas relativas à tarefa “Remover tambor” na mudança de jante conjugada

5. Remover tambor	5.1. Pegar nas esferas e no travão e deslocar-se até ao tambor	x			x		2	14	279
	5.2. Inserir esferas, molas e travão no tambor para que este fique travado	x			x		-	58	
	5.3. Pegar nas cintas do tambor montado na máquina e voltar para junto da máquina		x			x	16	22	
	5.4. Colocar cintas no tambor e suspendê-las no <i>monorail</i>		x		x		-	15	
	5.5. Tencionar cintas do tambor com o auxílio do <i>monorail</i>		x	x	x		-	14	
	5.6. Deslocar-se ao carro do <i>setup</i> , pegar nas ferramentas para desapertar tambor e voltar	x			x		4	15	
	5.7. Remover anel e anilha do tambor	x			x		-	48	
	5.8. Colocar ferramentas, anel e anilha no carro do <i>setup</i> e voltar com protetor de veio	x			x		4	13	
	5.9. Inserir o protetor de veio no veio da máquina	x			x		-	19	
	5.10. Remover tambor da máquina com o auxílio do <i>monorail</i>	x	x	x	x		-	23	
	5.11. Transportar tambor até ao respetivo rack de transporte com o auxílio do <i>monorail</i>	x	x	x	x		10	64	
	5.12. Remover e arrumar cintas		x		x		-	11	
Tarefas 6 à 26 (relativas à remoção e montagem das dog ears, do diafragmas, dos fingers, dos anéis e do tambor na máquina) executadas de acordo com as tabelas 36, 37, 38, 39 e 40									
Tarefas 27 à 31 (relativas à troca de espacejadores) executadas de acordo com a tabela 17									
Tarefas 32 à 40 (relativas à troca de materiais e à finalização do <i>setup</i>) executadas de acordo com a tabela 18									

⁴⁹ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 44 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante e segmentos⁵⁰

Tarefas	Micro tarefas	Operador		Máquina	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	OP2	M	Int.	Ext.			
1. Inserir receita para nova corrida	1.1. Inserir receita para nova corrida		x		x		-	19	19
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1. Colocar máquina em modo <i>setup</i>		x		x		-	9	26
	2.2. Máquina executa as ordens		x	x	x		-	17	
3. Verificar componentes localizados junto da máquina	3.1. Deslocar-se até componentes a entrar e verificar se estão de acordo com o especificado		x			x	13	41	64
	3.2. Deslocar-se até junto da caixa de <i>setup</i> e verificar segmentos	x				x	4	27	
	3.3. Deslocar caixa de <i>setup</i> para junto da máquina	x				x	2	11	
	3.4. Deslocar-se até junto do carro do <i>setup</i> e leva-o para junto da máquina	x				x	4	7	
	3.5. Preparar máquina de impacto com chave a usar	x				x	-	19	
4.									
<p>Tarefa 5 (relativa à remoção do tambor) executada de acordo com a tabela 43</p> <p>Tarefas 6 à 26 (relativas à remoção e montagem das dog ears, do diafragmas, dos fingers, dos anéis e do tambor na máquina) executadas de acordo com as tabelas 36, 37, 38, 39 e 40</p> <p>Tarefas 27 à 34 (relativas à troca de segmentos) executadas de acordo com as tabelas 20 e 21</p> <p>Tarefas 35 à 43 (relativas à troca de materiais e à finalização do <i>setup</i>) executadas de acordo com a tabela 18</p>									

Tabela 45 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante, segmentos e espacejadores⁵⁰

Tarefas	Micro tarefas	Operador		Máquina	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	OP2	M	Int.	Ext.			
1. Inserir receita para nova corrida	1.1. Inserir receita para nova corrida		x		x		-	19	19
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1. Colocar máquina em modo <i>setup</i>		x		x		-	9	26
	2.2. Máquina executa as ordens		x	x	x		-	17	
3. Verificar componentes localizados junto da máquina	3.1. Deslocar-se até componentes a entrar e verificar se estão de acordo com o especificado		x			x	13	41	86
	3.2. Deslocar-se até junto da caixa de <i>setup</i> e verificar segmentos	x				x	4	27	
	3.3. Deslocar caixa de <i>setup</i> para junto da máquina	x				x	2	11	
	3.4. Deslocar-se até junto do carro do <i>setup</i> e leva-o para junto da máquina	x				x	4	7	
	3.5. Preparar máquina de impacto com chave a usar	x				x	-	19	
4.									
<p>Tarefa 5 (relativa à remoção do tambor) executada de acordo com a tabela 43</p> <p>Tarefas 6 à 26 (relativas à remoção e montagem das dog ears, do diafragmas, dos fingers, dos anéis e do tambor na máquina) executadas de acordo com as tabelas 36, 37, 38, 39 e 40</p> <p>Tarefas 27 à 34 (relativas à troca de segmentos) executadas de acordo com as tabelas 23 e 24</p> <p>Tarefas 35 à 43 (relativas à troca de materiais e à finalização do <i>setup</i>) executadas de acordo com a tabela 18</p>									

⁵⁰ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Em relação aos *setups* do segundo estágio, na **mudança de jante de expansão**, as tarefas correspondentes a este *setup* estão apresentadas na tabela 46 e na tabela 47. Observando-se a tabela 46, verifica-se que é possível converter a tarefa “Verificar jante de expansão e materiais junto da máquina” em externa. Através desta conversão, é possível obter uma redução da duração do *setup* em 2% (33 segundos), uma vez a duração passa de [REDACTED].⁵¹

Finalmente, na **mudança da chapa da *turning table***, pela observação das tarefas e micro tarefas apresentadas na

tabela 48, identifica-se a possibilidade de converter em externas as micro tarefas “Deslocar-se ao *rack* de transporte das chapas da *turning table*”, “Remover olhais da chapa utilizada em último lugar”, “Deslocar-se para junto da *turning table*” e “Inserir olhais na chapa colocada na *turning table*”. Através desta conversão, é possível obter uma redução da duração do tempo de *setup* em 12%, uma vez que a duração do *setup* passa de [REDACTED]³¹ (menos de 84 segundos que inicialmente).

⁵¹ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

Tabela 46 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante de expansão, parte 1⁵²

Tarefas	Micro tarefas	Operador	Máquina	Operação		Distância	Tempo	Duração
		OP1	M	Ext.	Int.	(metros)	(seg.)	(seg.)
1. Inserir receita para nova corrida	1.1. Inserir receita para a nova corrida	x		x		-	15	15
2. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	2.1. Colocar a máquina em modo <i>setup</i>	x		x		-	7	26
	2.2. Máquina executa as ordens	x	x	x		-	19	
3. Verificar jante de expansão e cintas localizadas junto da máquina	3.1. Deslocar-se às jantes, verificar se estão de acordo com o especificado	x			x	2	7	33
	3.2. Deslocar-se à parte de trás da máquina	x			x	12	14	
	3.3. Verificar materiais (cintas) e deslocar-se à estação de desenrolamento 1	x			x	8	12	
4. Retirar cassete da cinta 1	4.1. Recolher material	x	x	x		-	72	105
	4.2. Remover cassete e transportá-la para a área de armazenamento	x		x		4	33	
5. Inserir cassete da cinta 1	5.1. Deslocar-se até junto da cassete a entrar	x		x		2	4	106
	5.2. Transportar e inserir a cassete na estação de desenrolamento 1	x		x		6	31	
	5.3. Colocar material na linha	x	x	x		-	71	
6.								
7.								
8. Validar materiais	8.1. Pegar no leitor de código de barras	x		x		9	14	62
	8.2. Validar materiais	x		x		3	29	
	8.3. Guardar leitor de código de barras	x		x		9	19	
9.								
10. Remover jante de expansão 1	10.1. Limpar jantes de expansão	x		x		-	66	248
	10.2. Adicionar cinta à jante e tensionar com o auxílio do <i>monorail</i>	x		x		-	31	
	10.3. Desapertar a jante com o auxílio da chave de bocas	x		x		-	96	
	10.4. Remover jante e transportá-la para o respetivo rack de transporte	x		x		2	47	
	10.5. Remover cinta da jante	x		x		-	8	
11.								

⁵² Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 47 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança de jante de expansão, parte 2⁵³

12.							
13. Inserir jante de expansão 1	13.1. Posicionar <i>monorail</i> junto da jante	x		x	2	15	196
	13.2. Inserir cinta na jante a entrar	x		x	-	9	
	13.3. Transportar jante para junto da máquina	x		x	2	30	
	13.4. Inserir jante no veio da máquina	x		x	-	66	
	13.5. Fixar jante	x		x	-	61	
	13.6. Remover cinta da jante	x		x	-	15	
14.							
15. Finalizar setup	15.1. Deslocar-se até junto do <i>screen</i> da máquina	x		x	6	8	148
	15.2. Desativar modo <i>setup</i>	x		x	-	5	
	15.3. Máquina executa as ordens		x	x	-	21	
	15.4. Preencher lista de verificações	x		x	-	114	

⁵³ Por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor, apenas são apresentadas algumas tarefas a título de exemplo.

Tabela 48 – Tarefas e micro tarefas relativas à mudança da chapa da *turning table*

Tarefas	Micro tarefas	Operador		Máquina M	Operação		Distância (metros)	Tempo (seg.)	Duração (seg.)
		OP1	OP2		Int	Ext.			
1. Colocar <i>turning table</i> em modo <i>setup</i>	1.1. Colocar <i>turning table</i> na vertical	x		x	x		-	48	104
	1.2. Colocar <i>turning table</i> em modo <i>setup</i>	x		x	x		-	56	
2. Preparar chapa da <i>turning table</i> para ser removida	2.1. Deslocar <i>monorail</i> para junto da <i>turning table</i>		x		x		2	15	152
	2.2. Deslocar-se à localização dos olhais		x			x	3	5	
	2.3. Remover olhais da chapa utilizada em último lugar		x			x	-	35	
	2.4. Deslocar-se para junto da <i>turning table</i>		x			x	3	4	
	2.5. Inserir olhais na chapa colocada na <i>turning table</i>		x			x	-	40	
	2.6. Adicionar cintas aos olhais	x	x			x	-	33	
	2.7. Tencionar cintas com o auxílio do <i>monorail</i>	x				x	-	20	
3. Remover chapa da <i>turning table</i>	3.1. Desapertar travões da chapa	x	x		x		-	40	173
	3.2. Deslocar chapa ligeiramente para a frente com o auxílio do <i>monorail</i>	x	x		x		-	16	
	3.3. Remover meia lua	x			x		-	39	
	3.4. Deslocar chapa até ao rack de transporte	x	x		x		3	42	
	3.5. Colocar chapa no rack de transporte	x	x		x		-	36	
4. Preparar chapa para ser inserida na <i>turning table</i>	4.1. Remover olhais da chapa removida	x			x		-	46	90
	4.2. Inserir olhais na chapa a entrar	x	x		x		-	44	
5. Inserir chapa na <i>turning table</i>	5.1. Movimentar chapa para junto da <i>turning table</i>	x	x		x		3	122	234
	5.2. Inserir meia lua na chapa	x	x		x		-	40	
	5.3. Encostar a chapa à <i>turning table</i>	x	x		x		-	33	
	5.4. Fixar a chapa à <i>turning table</i>	x	x		x		-	14	
	5.5. Remover e arrumar cintas		x			x	-	25	
6. Finalizar <i>setup</i>	6.1. Arrumar <i>monorail</i>	x			x		2	32	55
	6.2. Desativar modo <i>setup</i>		x			x	-	55	

Na tabela seguinte, são apresentadas as reduções de tempo passíveis de serem obtidas se as tarefas classificadas como externas forem executadas com o equipamento parado.

Tabela 49 – Impacto das ações da fase 1 do SMED⁵⁴

Setup	Método atual (seg.)	Método proposto (seg.)	Redução (seg.)	Redução %
Mudança de espacejadores			92	5%
Mudança de segmentos			57	3%
Mudança de segmentos e espacejadores			57	2%
Mudança de tambor			33	2%
Mudança de tambor e espacejadores			86	4%
Mudança de tambor e segmentos			86	4%
Mudança de tambor, segmentos e espacejadores			89	3%
Mudança de jante			41	1%
Mudança de jante e espacejadores			109	2%
Mudança de jante e segmentos			114	2%
Mudança de jante, segmentos e espacejadores			114	2%
Mudança de jante de expansão			33	2%
Mudança da chapa da turning table			84	12%

Apesar de, com a implementação das ações de melhoria apresentadas neste subcapítulo, ser possível obter reduções de tempo, em todos os *setups*, estas sugestões não foram ainda implementadas, uma vez que necessitam de uma análise cuidadosa por parte do departamento de qualidade e do departamento de higiene e segurança. Ainda que se considere ser possível que o próprio operador da máquina realize as tarefas do *setup* consideradas como externas, deverá ser realizado um estudo pormenorizado e cuidadoso, para evitar possíveis problemas, que possam comprometer a qualidade do produto ou a segurança dos operadores.

5.1.2. Fase 2 da implementação da metodologia SMED

A fase 2 da metodologia SMED, como referido no suporte bibliográfico, consiste em reexaminar as tarefas e verificar a possibilidade de alguma das tarefas identificadas como internas virem a ser “transformadas” em externas.

Deste modo, após se ter reexaminado as tarefas, concluiu-se que uma forma de converter operações de *setup* internas em externas, seria, para as mudanças de tambor e jante conjugadas

⁵⁴ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

(mudança de tambor/jante e espacejadores, mudança de tambor/jante e segmentos, mudança de tambor/jante, segmentos e espacejadores), ter os tambores previamente preparados, com os espacejadores e segmentos especificados para o produto a produzir junto da máquina, evitando assim perdas de tempo na preparação do tambor após a sua montagem. Deste modo, os tambores passariam a ser previamente preparados com os segmentos e espacejadores no *tooling shop*, pelos colaboradores desta secção. Esta ação, para além de reduzir os tempos de *setup*, permite também aos colaboradores especializados, executarem a manutenção do tambor e dos componentes deste, no momento da sua preparação, garantindo assim que estes são corretamente preparados e alinhados, conforme as especificações do fabricante.

Para que esta melhoria fosse implementada, foi necessário ajustar e planear as atividades realizadas pelos colaboradores do *tooling shop*, de forma a permitir a preparação dos tambores. Esta ação levou à redução da quantidade de *setups* composto, isto é, à redução da quantidade de mudanças de tambor/jante e espacejadores; tambor/jante e segmentos; tambor/jante, segmentos e espacejadores. Deste modo, considerou-se fundamental a implementação da sugestão da prévia preparação dos tambores com os segmentos e espacejadores especificados para o pneu a produzir, uma vez que esta ação permite reduzir significativamente o tempo de máquina parada.

Através da implementação da melhoria apresentada, como referido anteriormente, será possível eliminar, futuramente, mudanças de tambor e jante conjugadas, uma vez que os operadores da máquina apenas terão de inserir o tambor, previamente preparado com os segmentos e espacejadores específicos para produzir o artigo em questão.

Devido à pandemia da COVID-19, não foi possível recolher dados reais acerca da redução percentual de mudanças de tambor e jante conjugadas, nem o impacto desta implementação na programação da produção. No entanto, foi possível calcular a redução do tempo esperada, por *setup*, em termos de tempo, como apresentado na tabela 50.

Tabela 50 – Impacto da preparação de tambores⁵⁵

Setup	Método atual (seg.)	Método proposto (seg.)	Redução (seg.)	Redução %
Mudança de tambor e espacejadores			555	24%
Mudança de tambor e segmentos			673	28%
Mudança de tambor, segmentos e espacejadores			1226	41%
Mudança de jante e espacejadores			550	10%
Mudança de jante e segmentos			953	16%
Mudança de jante, espacejadores e segmentos			1219	20%

⁵⁵ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

5.1.3. Fase 3 da implementação da metodologia SMED

A terceira fase da implementação da metodologia SMED, consiste em implementar melhorias, de forma a racionalizar todos os aspetos da operação dos *setup*. Assim, nesta fase, reuniram-se esforços para encontrar soluções para os problemas identificados ao longo da análise e descrição dos *setups*, no capítulo anterior que, uma vez solucionados, permitem reduzir o tempo dos *setups*.

5.1.3.1. Régua de parafusos para o tambor

Aquando a análise do *setup* que implica a troca de segmentos, identificou-se que, durante a montagem dos segmentos no tambor, os colaboradores tinham dificuldade em alinhar os parafusos individualmente com as ranhuras dos segmentos. De maneira a solucionar este problema, estudou-se uma alternativa que permitisse unir os parafusos (figura 59), de forma a facilitar a execução do trabalho no momento de inserir os segmentos no tambor. A solução a que se chegou foi a de unir os parafusos através de uma régua metálica (figura 58) para que, desta forma, os operadores tenham apenas de alinhar a linha de parafusos com a ranhura dos segmentos.

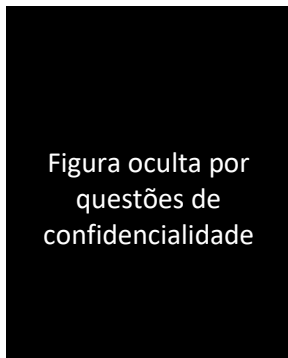


Figura 59 – Parafuso para o tambor

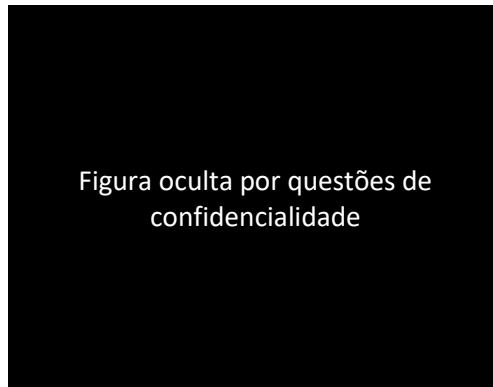


Figura 58 – Régua de parafusos para o tambor

Através desta implementação, ao invés de os colaboradores necessitarem de inserir os parafusos individualmente nos segmentos (figura 60), passam a inserir o conjunto de parafusos (régua de parafusos) de uma só vez (figura 61), o que facilita a realização da tarefa e, conseqüentemente, reduz o tempo desta.

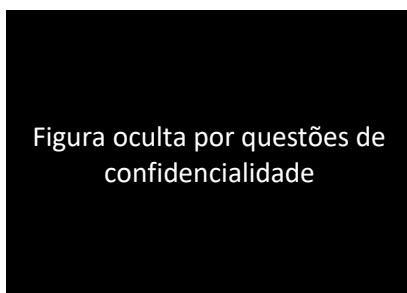


Figura 60 – Inserir segmentos, antes

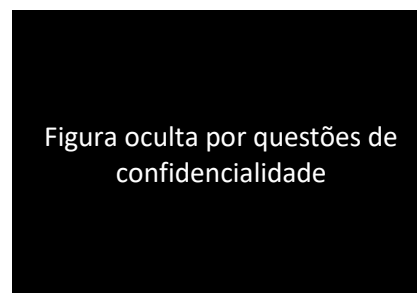


Figura 61 – Inserir segmentos, depois

Com esta implementação, a duração da micro tarefa "Inserir segmento" é reduzida para metade do seu tempo. Esta ação permite reduzir o tempo dos *setups* que implicam a inserção dos segmentos no tambor (mudança de segmentos; mudança de segmentos e espacejadores; mudança de tambor e segmentos; mudança de tambor, segmentos e espacejadores; mudança de jante e segmentos e mudança de jante, segmentos e espacejadores).

Para o cálculo do impacto desta ação, considerou-se suficiente realizar três filmagens de dois operadores, a executarem a troca de segmentos com os parafusos iniciais e, três filmagens, dos mesmos operadores, nas mesmas condições, a executarem a troca de segmentos com a régua de parafusos. Por fim, com estes dados, calculou-se o retorno percentual da ação. Após se ter calculado a redução da duração dos *setups*, chegou-se aos resultados apresentados na tabela 51.

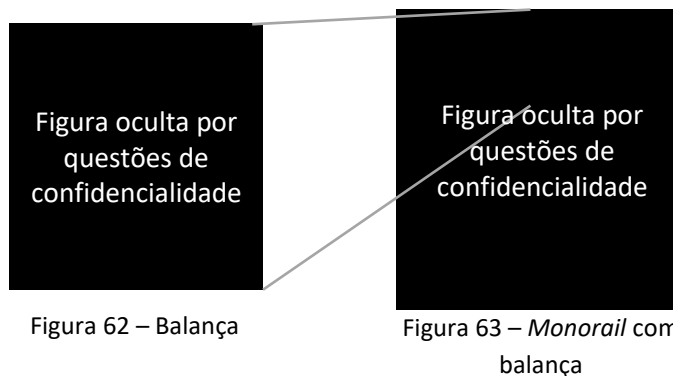
Tabela 51 – Impacto da implementação das régua de parafusos⁵⁶

Setup	Método atual (seg.)	Método proposto (seg.)	Redução (seg.)	Redução %
Mudança de segmentos			135	6%
Mudança de segmentos e espaçadores			163	7%
Mudança de tambor e segmentos			135	6%
Mudança de tambor, segmentos e espaçadores			163	6%
Mudança de jante e segmentos			153	3%
Mudança de jante, segmentos e espaçadores			181	3%

5.1.3.2. Balança adaptável ao gancho do monorail

Aquando a observação dos *setups* que envolvem a remoção e montagem do tambor no veio da máquina, verificou-se que os colaboradores apresentavam dificuldade em remover o tambor, pois não conseguiam identificar a tensão de sustentação, a aplicar sobre o tambor, para a sua correta remoção. De forma a solucionar este problema, adquiriu-se uma balança, figura 62, adaptável ao gancho do sistema de elevação, figura 63. Deste modo, os colaboradores, passam a ser capazes de identificar facilmente a força exercida sobre o tambor, permitindo aplicar apenas a tensão necessária para o suspender, não causando pressão nem fricção no momento de o fazer deslizar sobre o veio da máquina, evitando assim possíveis danos no equipamento.

Para o apoio à identificação do peso dos tambores, foi criada uma tabela com as referências dos artigos e a tensão a aplicar no manuseamento destes (ver anexo C). À medida que os artigos vão entrando em produção, a tabela será complementada pelos colaboradores do *tooling shop*, sendo estes os responsáveis por garantir que os pesos de todos os artigos em produção se encontram descritos na tabela.



⁵⁶ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

Através desta implementação prevê-se que haja uma redução das percas de tempo na tentativa de encontrar a tensão ideal para a remoção e montagem do tambor e que esta tarefa passe a ser simples e imediata. Para além disso, prevê-se ainda ganhos qualitativos, uma vez que o veio da máquina e o tambor deixarão de estar expostos a situações de tensão, que podem danificar o equipamento. Uma vez mais, devido à pandemia do COVID-19, não foi possível quantificar a redução do tempo de *setup* com esta implementação, dada a impossibilidade de acompanhar os *setups* realizados com a utilização da balança.

5.1.3.3. Eliminação da estrutura externa da *cage*

Na mudança de jante, após se ter realizado uma análise exaustiva deste *setup*, verificou-se que as tarefas que envolviam a manipulação dos *fingers* tinham micro tarefas repetitivas, as quais levavam a percas de tempo. Pela observação das micro tarefas relativas à manipulação das *cages*, constatou-se que o facto de estas serem constituídas por duas estruturas (estrutura interna e externa) levava a que houvesse perca de tempo na remoção, movimentação e montagem da estrutura externa da *cage*. Deste modo, concluiu-se que a solução para a diminuição do tempo da mudança de jante, passaria por encontrar uma solução que permitisse eliminar a estrutura externa da *cage*, de forma a evitarem-se as micro tarefas relativas ao manuseamento e montagem desta estrutura.

Após se ter estudado minuciosamente a constituição das *cages* e a função de cada um dos componentes, chegou-se a uma solução plausível para a eliminação da estrutura externa. Para isso, contactou-se uma empresa de metalomecânica, que prestou auxílio na prossecução da ideia. Na figura 64, é apresentada a *cage* dos *fingers* ainda com a estrutura externa e, na figura 65, é ilustrado o resultado final das *cages* dos *fingers* após terem sido realizadas as alterações para a eliminação da estrutura externa.

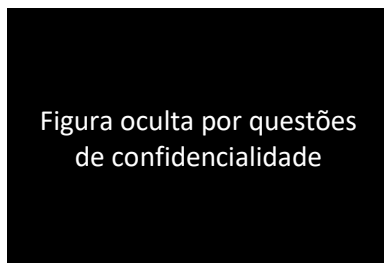


Figura 64 – Cage com *fingers*, antes

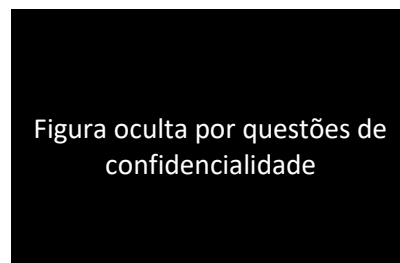


Figura 65 – Cage com *fingers*, depois

Através desta ação, chegou-se aos resultados apresentados na tabela 52.

Tabela 52 - Impacto da remoção da estrutura externa da *cage*⁵⁷

<i>Setup</i>	Método atual (seg.)	Método proposto (seg.)	Redução (seg.)	Redução %
Mudança de jante			698	17%
Mudança de jante e espacejadores			807	18%
Mudança de jante e segmentos			698	14%
Mudança de jante, segmentos e espacejadores			698	13%

⁵⁷ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

5.1.3.4. Cintas para o transporte das jantes de expansão

Relativamente ao segundo estágio dos módulos de construção, na mudança de jante de expansão, constatou-se apenas existir uma cinta para o transporte das jantes, o que levava a perdas de tempo na remoção e montagem da cinta nas jantes, uma vez que estas são fixas através de um parafuso. A solução para resolução deste problema, passa por adquirir pelo menos mais três cintas para o transporte das jantes de expansão. Esta ação, permite, eliminar quatro micro tarefas (10.5 e 11.5 “Remover cinta da jante de expansão”; 12.1 e 13.2 “Inserir cinta na jante de expansão”). O que leva a uma redução da duração do *setup* em 39 segundos (2%). No entanto, esta ação não foi considerada prioritária pelo diretor do departamento, uma vez que o investimento que teria de ser feito, não justificava os ganhos a curto prazo.

5.1.3.5. Identificação das chapas da *turning table*

Aquando a mudança da chapa da *turning table*, um dos problemas identificados foi a dificuldade que os colaboradores enfrentavam para identificar a que medida de jante as chapas pertenciam. Por forma a solucionar este problema, identificaram-se as chapas da *turning table* através de autocolantes, figura 66. Apesar de os ganhos obtidos com esta implementação não serem mensuráveis, obtiveram-se ganhos qualitativos, na medida em que os colaboradores passaram a identificar inequivocamente as chapas.

A figura 66 é uma imagem que foi ocultada por questões de confidencialidade. Ela provavelmente mostrava as chapas da *turning table* com autocolantes para identificação.

Figura 66 – Identificação das chapas da *turning table*

Ainda no *setup* relativo à *turning table*, constatou-se existirem apenas dois olhais, disponíveis em toda a “operação”, para o transporte das chapas, o que levava a perdas de tempo na montagem e remoção destes. A resolução para este problema, passa pela compra de quatro olhais, para que desta forma se elimine a necessidade de montagem e desmontagem dos olhais nas chapas, uma vez que estes passam a estar previamente montados na chapa que irá sair da *turning table* e na chapa que irá ser montada no equipamento. Através desta implementação, prevê-se que a duração do *setup* seja de 174 segundos, isto é, uma redução de 25%. Devido à pandemia do COVID-19, os olhais não chegaram em tempo útil para o cálculo da redução do tempo de *setup* real, no entanto, estes foram encomendados ao fornecedor, estando esta ação em processo de implementação na empresa.

5.1.3.6. Localização da meia lua da *turning table*

Na mudança da chapa da *turning table*, constatou-se ainda que, após o término da montagem da chapa na *turning table*, os colaboradores não tinham forma de identificar qual a localização ideal para a meia lua segundo, o artigo a produzir. Como referido no capítulo anterior, a localização da meia lua, varia dentro de uma mesma jante, com a altura da parede e do piso do pneu. No entanto, não existia forma de identificar em que posição deveria ser colocada, para que esta auxilie os operadores, no momento da colocação do pneu na *turning table*. De forma a solucionar este

problema, foi necessário fazer um levantamento de todos os artigos produzidos e das características destes, realizando um estudo sobre a relação do perímetro do pneu em verde e a posição ideal da meia lua na chapa. Com esta informação, elaborou-se uma tabela onde foram indicadas, para cada chapa, as posições a colocar a meia lua, segundo o perímetro do pneu em verde (“perímetro *Green Tire*”) (tabela 53). De frisar que a os valores do perímetro do pneu em verde estão indicados na especificação do pneu, para além disso, para a posição da meia lua existe uma margem de mais o menos 4 furos, devido à ovalização que o pneu sofre no momento da sua colocação na *turning table*.

Embora esta ação não seja possível de ser quantificada, considerou-se ser de extrema importância, uma vez que a meia lua tem um papel importante, na colocação dos pneus na *turning table*, tanto para a segurança dos operadores como para a integridade dos artigos.

Tabela 53 – Informações para a posição da meia lua, segundo o perímetro do pneu em verde

Chapa	24		28		30		32		34		38		42		46	
	Perímetro GT		Perímetro GT		Perímetro GT		Perímetro GT		Perímetro GT		Perímetro GT		Perímetro GT		Perímetro GT	
Furo* (±4)	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1			3111	- 3235			3613	- 3738	4289	- 4413						
2	3064	- 3188	3236	- 3361			3739	- 3864	4414	- 4539						
3	3189	- 3314	3362	- 3487	3708	- 3832	3865	- 3990	4540	- 4665						
4	3315	- 3440	3488	- 3612	3833	- 3958	3991	- 4115	4666	- 4790			5137	- 5262	5106	- 5230
5	3441	- 3565	3613	- 3738	3959	- 4084	4116	- 4241	4791	- 4916			5263	- 5387	5231	- 5356
6	3566	- 3691	3739	- 3864	4085	- 4209	4242	- 4366	4917	- 5042			5388	- 5513	5357	- 5482
7	3692	- 3817	3865	- 3989	4210	- 4335	4367	- 4492	5043	- 5167	4085	- 4209	5514	- 5639	5483	- 5607
8	3818	- 3942	3990	- 4115	4336	- 4461	4493	- 4618	5168	- 5293	4210	- 4335	5640	- 5764	5608	- 5733
9	3943	- 4068	4116	- 4241	4462	- 4586	4619	- 4743	5294	- 5419	4336	- 4461	5765	- 5890	5734	- 5859
10	4069	- 4194	4242	- 4366	4587	- 4712	4744	- 4869	5420	- 5544	4462	- 4586	5891	- 6016	5860	- 5984
11	4195	- 4319	4367	- 4492	4713	- 4838	4870	- 4995	5545	- 5670	4587	- 4712	6017	- 6141	5985	- 6110
12	4320	- 4445	4493	- 4618	4839	- 4963	4996	- 5120	5671	- 5796	4713	- 4838	6142	- 6267	6111	- 6236
13	4446	- 4571	4619	- 4743	4964	- 5089	5121	- 5246	5797	- 5922	4839	- 4963	6268	- 6393	6237	- 6361
14	4572	- 4696			5090	- 5214	5247	- 5372			4964	- 5089	6394	- 6518	6362	- 6487
15					5215	- 5340	5373	- 5497			5090	- 5215	6519	- 6644	6488	- 6613
16					5341	- 5466	5498	- 5623			5216	- 5340				
17					5466	- 5592	5624	- 5749			5341	- 5466				
18					5592	- 5717	5750	- 5874			5467	- 5592				
19					5718	- 5843	5875	- 6000			5593	- 5717				
20											5718	- 5843				

*Furos na parte inferior da turning table onde é posicionada a meia lua

5.1.3.7. Ferramenta informática de gestão de fitas métricas

Como referido no capítulo anterior, uma das ferramentas indispensáveis para a execução das verificações após ser realizado o *setup*, é uma fita métrica. No entanto, ao longo do acompanhamento dos *setups*, pôde-se verificar que, quase invariavelmente, havia défice de fitas métricas nos postos de trabalho para a execução dos controlos e verificações, havendo percas de tempo na procura e requisição destas. Assim, considerou-se necessário investigar a origem do problema, constatando-se que o facto de não haver controlo nem gestão das fitas métricas disponíveis no chão de fábrica, poderia ser uma das causas da origem do problema.

Deste modo, considerou-se que uma boa forma de conter o problema seria começar pelo topo, isto é, começar pelo controlo das fitas métricas disponibilizadas no chão de fábrica e o posto de trabalho a que estas estão alocadas. Assim, tendo total controlo sobre as quantidades, localizações e tipos de fitas métricas disponíveis, torna-se fácil atribuir responsabilidades e solucionar o problema.

Com isso em vista, considerou-se a criação de uma ferramenta informática de auxílio ao controlo e gestão de fitas métricas, que permitisse aos supervisores, de uma forma intuitiva, atualizar o estado das fitas métricas e, ao chefe de departamento, ter acesso a toda a informação em tempo real. A ferramenta informática foi desenvolvida utilizando a programação VBA que, segundo as

necessidades de cada posto de trabalho, permite que os supervisores atribuam ou retirem fitas métricas dos postos de trabalho, criando, de uma forma intuitiva, um histórico com todas as informações acerca das fitas métricas e os responsáveis por estas. De frisar que cada uma das fitas métricas tem um código único que as identifica.

Resumidamente, a ferramenta informática permite ao supervisor e ao chefe de departamento, atribuir fitas métricas aos postos de trabalho, informar as fitas métricas enviadas para o departamento de metrologia para calibrar, informar que fitas métricas deverão ser abatidas devido a estarem danificadas e consultar as atribuídas a cada um dos postos de trabalho. Sempre que uma fita métrica é enviada para o departamento de metrologia ou para abate, o departamento de metrologia e o chefe de departamento de produção são informados da situação, através de um e-mail, enviado automaticamente pela plataforma. Para isso, o supervisor ou chefe de departamento, apenas necessita de atualizar o estado da fita métrica na plataforma e o programa executa as ações automaticamente, informando as entidades responsáveis. No anexo D é apresentado o manual de utilizador da ferramenta criada para gestão de fitas métricas.

Com a implementação desta ferramenta informática, o chefe de departamento passa a ter um controlo total sobre as fitas métricas, evitando assim contratempos devido à falta de gestão destas. A próxima etapa passa pela atribuição de responsabilidades aos operadores e sensibilização destes, para que, no final e no início de cada turno comuniquem irregularidades que identifiquem, evitando assim percas de tempo devido à falta de ferramentas (ganhos não quantificáveis neste projeto devido a limitações em termos de tempo).

A criação desta ferramenta surgiu com o intuito de reduzir percas de tempo na procura de fita métricas e de possuir um maior controlo sobre a disponibilidade e localização destas. No entanto, a implementação desta, apenas é o início para a resolução do défice de fitas métricas, uma vez que, a ferramenta informática por si só não resolve o problema, tendo de haver sensibilização dos colaboradores para respeitar as regras.

5.2. Atualização das instruções de trabalho

Apesar de não existir um documento publicado com as instruções de trabalho relativas à realização dos *setups*, os operadores executam os *setups* segundo o mesmo padrão. No entanto, considerou-se que, o facto de estes não estarem descritos nas instruções de trabalho, poderia levar a que, na dúvida, os operadores não os executassem segundo o método mais indicado, por não existirem documentos para consulta. Deste modo, procedeu-se à atualização das instruções de trabalho para os *setups* levados a cabo nos módulos de construção de pneus agrícolas, tanto para o 1st *stage* como para o 2nd *stage*. Para isso, efetuou-se uma análise dos *setups* adotados através de observações diretas e das gravações recolhidas, para desta forma identificar o método de trabalho adotado. Posteriormente, analisou-se a informação recolhida e decompôs-se o método de trabalho em tarefas e estas, por sua vez, em micro tarefas. Finalmente, atualizaram-se as instruções de trabalho, seguindo o padrão adotado pela empresa e, submeteram-se as atualizações para aprovação e publicação na plataforma da empresa para, posteriormente, estarem disponíveis no posto de trabalho, para consulta.

Tendo em conta as políticas de confidencialidade da empresa, não é possível divulgar a instrução de trabalho na íntegra, contudo, no anexo E, é apresentado um excerto relativo às atualizações

realizadas na instrução de trabalho relativa ao 1st *stage* e, no anexo F, é apresentado um excerto relativo às atualizações realizadas na instrução de trabalho relativa ao 2nd *stage*.

Com a atualização das instruções de trabalho, apesar de não se obter resultados quantitativos, espera-se que a implementação revele resultados qualitativos. Deste modo, espera-se que os colaboradores executem os *setups* segundo o método mais eficaz, evitando assim possíveis danos na máquina e erros de produção de pneus resultantes da má execução dos *setups*.

5.3. Implementação da metodologia 5S e Gestão Visual

Neste subcapítulo, são apresentadas as soluções para resolução dos problemas apresentados, tendo por base as metodologias 5S e gestão visual.

5.3.1. Identificação dos parafusos no 1st *stage*

Por forma a evitar possíveis problemas resultantes da troca de parafusos aquando a mudança de jante, procedeu-se à implementação de gestão visual, para que, os colaboradores identifiquem facilmente os parafusos e a respetiva localização. Para isso, identificaram-se os parafusos através de cores assim como a localização destes nos equipamentos, como apresentado na figura 67.

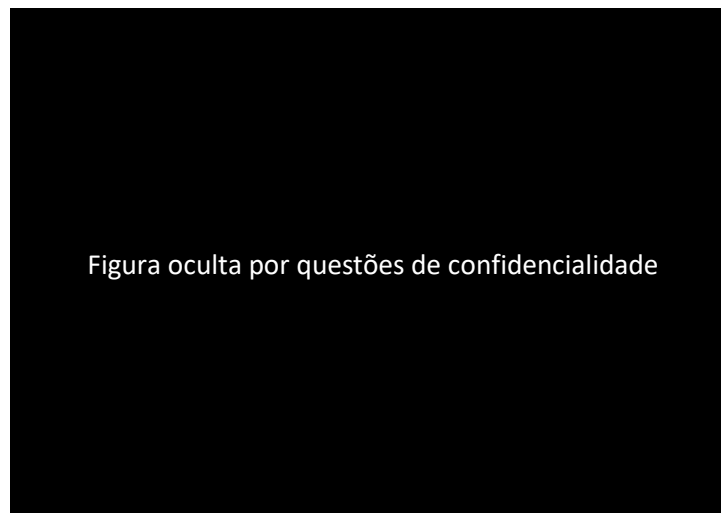


Figura 67 – Identificação dos parafusos da máquina

Esta implementação permite obter ganhos qualitativos, uma vez que os colaboradores passam a identificar inequivocamente a localização de cada um dos parafusos, evitando assim que estes sejam trocados e, conseqüentemente, que danifiquem os equipamentos.

5.3.2. Carro do *setup*

Relativamente ao carro utilizado no apoio aos *setups* (carro do *setup*), constatou-se existir apenas um carro disponível para os três módulos de construção, podendo levar à falta ferramentas na possibilidade de ocorrerem *setups* simultâneos. Para além disto, verificou-se ainda que as ferramentas disponíveis no carro do *setup*, não se encontravam identificadas nem organizadas, não sendo possível reconhecê-las facilmente, ver figura figura 68.

De forma a contornar este problema, em primeiro lugar, identificaram-se as ferramentas presentes no carro e posteriormente, selecionaram-se as que eram utilizadas diariamente para a realização dos *setups*. Neste primeiro passo, chegou-se à conclusão de que, grande parte das ferramentas presentes no carro do *setup*, não eram utilizadas. Assim, na figura 69, apresentam-se as ferramentas necessárias para a realização dos *setups*, sendo elas: travões do tambor e esferas, chave para anel roscado, martelo de borracha, íman para remoção das esferas do tambor, chave de boca/luneta, chaves umbrako, chaves de impacto. A acrescentar a estas ferramentas tem-se ainda o protetor do veio, máquina de impacto e os parafusos suplentes.

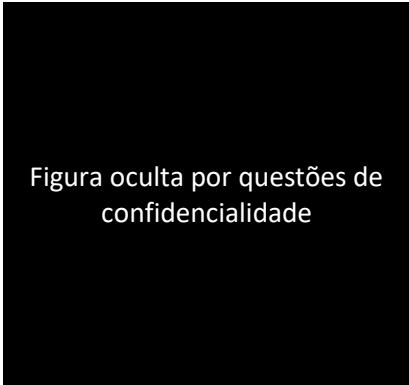


Figura oculta por questões de confidencialidade

Figura 68 – Carro do *setup*



Figura oculta por questões de confidencialidade

Figura 69 – Ferramentas indispensáveis à realização dos *setups*

Pela observação do carro, constatou-se que, o facto de este existirem vários compartimentos era propício à acumulação de objetos desnecessários. Deste modo, e tendo em conta a necessidade de se adquirir mais carros do *setup*, procedeu-se a uma reestruturação do *layout* do carro, chegando-se à proposta apresentada na figura 70. Na posição 1 da figura 70, estarão localizados os parafusos suplentes, na posição 2 figura 70, estarão localizadas as ferramentas apresentadas na figura 69, segundo essa mesma disposição. Finalmente, na parte inferior do carro, posição 3 figura 70, estarão localizados a máquina de impacto e o protetor do veio. Este carro foi concebido de forma a ser possível reutilizar o carro existente, evitando-se assim desperdícios. Com esta implementação objetiva-se que o carro do *setup* se mantenha organizado e limpo, uma vez que neste apenas estarão presentes as localizações para as ferramentas, não existindo espaços vazios propícios à acumulação de objetos que não pertençam ao local. Apesar de esta ideia ter sido aceite pelo diretor de departamento, não foi implementada em tempo útil para o presente projeto.

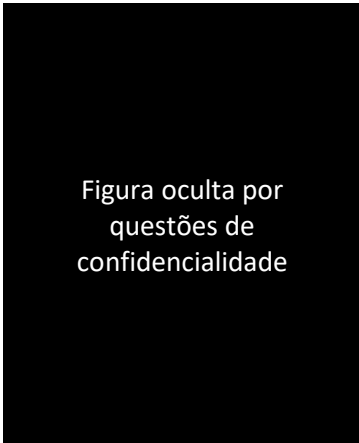


Figura oculta por questões de confidencialidade

Figura 70 – Carro do *setup*, protótipo

5.3.3. Bancadas de apoio à produção

No capítulo anterior, identificou-se ainda que as bancadas de apoio à produção não tinham uma organização pré-determinada, estando confusas e desarrumadas. Devido ao facto de as ferramentas presentes na bancada, não possuírem locais específicos para serem colocadas, levando a que os operadores percam tempo na procura destas. Deste modo, considerou-se necessária a implementação da metodologia 5S, de maneira a solucionar o problema. Antes de iniciar qualquer ação sobre as bancadas, registou-se a situação inicial em que estas se encontravam, figura 71 à figura 75.

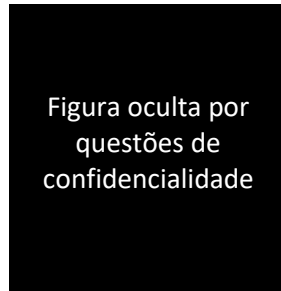


Figura 71 – Módulo 1, 1st stage

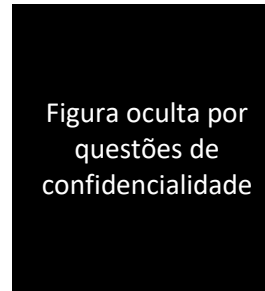


Figura 72 – Módulo 1, 2nd stage

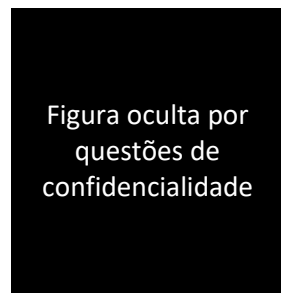


Figura 73 – Módulo 2, 1st stage

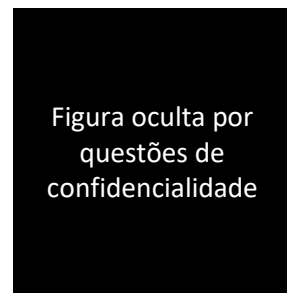


Figura 74 – Módulo 2, 2nd stage

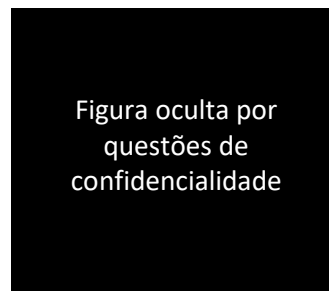


Figura 75 – Módulo 3, 1st stage

Após se ter registado a situação inicial, deu-se início à implementação da metodologia 5S. Na primeira fase (classificação), identificaram-se todos os materiais presentes na bancada e a função de cada um deles e, constatou-se, que os operadores armazenavam na bancada de trabalho etiquetas, que, afirmavam serem necessárias para a rastreabilidade. Uma vez que as etiquetas não são necessárias para a produção do pneu, e sendo a informação contida nestas transcrita, na íntegra, para as listas de verificação, considerou-se necessária a realização de um estudo sobre a armazenagem de etiquetas no posto de trabalho.

Através deste estudo, chegou-se à conclusão de que as etiquetas eram armazenadas para que, sempre que necessário, a qualidade tivesse recursos para executar a rastreabilidade de pneus. Mas, a questão que surgiu foi: Porquê guardar as etiquetas, se a informação destas está a ser transcrita

para as listas de verificação. Daqui surgiu então a necessidade de garantir que as listas de verificação fossem recolhidas e armazenadas corretamente, de forma a salvaguardar o processo de rastreabilidade. Deste modo, foi necessária a criação de um procedimento, para recolha e arquivo das listas de verificação, atribuindo-se responsabilidades aos supervisores. Assim, realizou-se uma formação para estes, de forma a garantir que tomavam conhecimento do procedimento e das suas responsabilidades, passando assim a ser possível descartar as etiquetas presentes nas bancadas de trabalho. No anexo G, é apresentado, na íntegra, o procedimento criado para recolha e arquivo das listas de verificação.

O passo seguinte para a implementação de 5S nas bancadas de trabalho, consistiu na arrumação destas. Para isso, definiu-se a localização para cada uma das ferramentas necessárias no posto de trabalho e criou-se um suporte específico para albergar o rato, o teclado e o telefone, para que estes não ficassem dispersos pela bancada. Tendo em conta que as ferramentas utilizadas nos três módulos de construção são as mesmas, em cada um dos estágios, criou-se um padrão de uma bancada de trabalho (figura 76) para, posteriormente, ser replicado para as restantes.

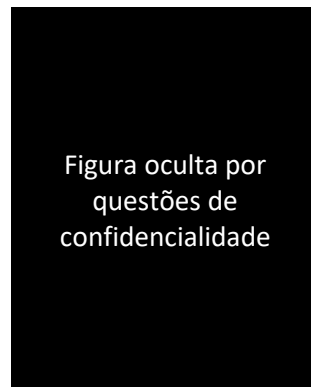


Figura 76 – Bancada padrão, implementação 5S

Finalmente, foi criada uma rotina de limpeza que, tendo em conta a pandemia COVID-19, foi reforçada de forma a manter os colaboradores da empresa seguros. Por último, definiram-se padrões para a localização de ferramentas, documentos, computador, rato, teclado e telefone e sensibilizou-se os colaboradores e supervisores para preservação do posto de trabalho limpo e arrumado. Através da criação da bancada padrão para ser replicada para as restantes bancadas de CST (figura 76), espera-se inculir nos operadores um sentimento de compromisso e zelo pelo próprio posto de trabalho, potenciando assim a motivação e, conseqüentemente, a produtividade.

5.4. Discussão de resultados

Após se ter apresentado as propostas de melhoria e os resultados obtidos de forma sucinta, neste subcapítulo, é realizada uma análise destes e do impacto das implementações das melhorias apresentadas anteriormente, para cada um dos *setups*. Finalmente, é realizada uma comparação dos resultados obtidos com os objetivos definidos para a execução deste projeto.

5.4.1. Impacto das ações de melhoria nos *setups*

No capítulo anterior, apresentaram-se os ganhos quantitativos com a implementação do SMED, isoladamente, para cada uma das ações de melhoria. Deste modo, neste subcapítulo, é realizada

uma compilação do impacto de todas as ações de melhoria apresentadas, para cada um dos *setups* abordados, gráfico 2.

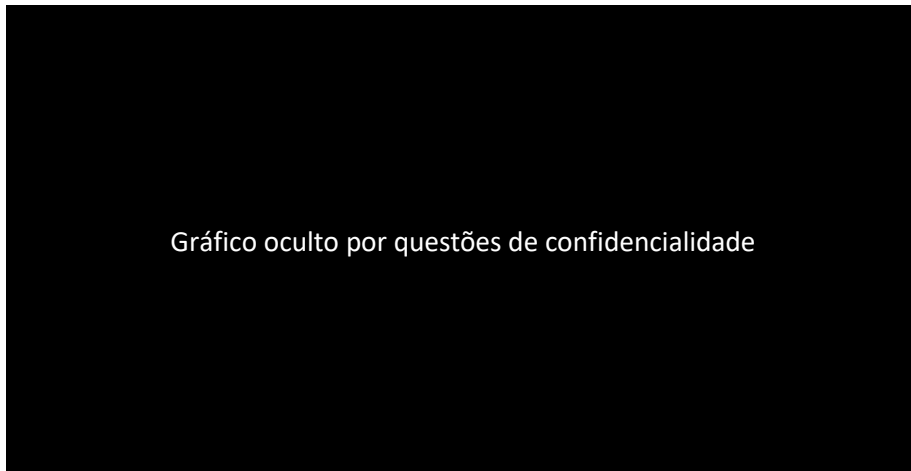


Gráfico 2 -Impacto das ações nos *setups*

Relativamente à mudança de espacejadores, segundo o método inicial, a duração do *setup* é de [REDACTED]⁵⁸. Através da conversão das micro tarefas internas em externas, passa a ser possível reduzir a duração do *setup* em 5% (1 minuto e 32 segundos), permitindo que este passe a ter uma duração de [REDACTED]⁵⁸, como apresentado no gráfico 2.

Relativamente à mudança de segmentos, como se verifica no gráfico 2, a sua duração era de [REDACTED]⁵⁸ e, como se observa no gráfico 2, a mudança de segmentos e espacejadores tinha uma duração de [REDACTED]⁵⁸. Através da conversão das micro tarefas internas em externas e da implementação das réguas de parafusos nos tambores, passa a ser possível reduzir o tempo de ambos os *setups* em 9%. Deste modo, com a implementação das propostas de melhoria, permite que a duração da mudança de segmentos seja reduzida em 192 segundos (3 minutos e 12 segundos), passando a durar [REDACTED]⁵⁸, como se pode observar no gráfico 2. Por outro lado, permite ainda que a duração mudança de espacejadores e segmentos seja reduzida em 220 segundos (3 minutos e 40 segundos), passando a durar [REDACTED]⁵⁸, como se pode observar no gráfico 2.

No que respeita à mudança de tambor, segundo o método inicial, a sua duração é de [REDACTED]⁵⁸ e, no que respeita à mudança de tambor e espacejadores, a duração do *setup* segundo o método inicial é de [REDACTED]⁵⁸, como se pode observar no gráfico 2. Através da conversão das micro tarefas internas em externas, é possível reduzir a duração da mudança de tambor em 2% (33 segundos), passando a durar [REDACTED]⁵⁸. Além disso, é possível reduzir ainda a duração da mudança de tambor e espacejadores em 4% (86 segundos), passando a durar [REDACTED]⁵⁸.

Relativamente à mudança de tambor e segmentos, segundo o método inicial, a sua duração é de [REDACTED]⁵⁸ e a duração da mudança de tambor, segmentos e espacejadores é de [REDACTED]⁵⁸, como se verifica nos gráfico 2 e gráfico 2. Mediante a conversão das micro tarefas internas em externas e a implementação da

⁵⁸ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

régua de parafusos nos tambores, torna-se possível reduzir a duração de ambos os *setups* em 9%. Deste modo, através da implementação das propostas de melhoria, a duração da mudança de tambor e segmentos passa a [REDACTED]⁵⁹, menos 3 minutos e 41 segundos (221 segundos) do que inicialmente (gráfico 2), e a duração da mudança de tambor, segmentos e espacejadores passa a [REDACTED]⁵⁹, menos 4 minutos e 12 segundos (252 segundos) do que inicialmente, gráfico 2.

No que respeita à mudança de jante, a duração desta, segundo o método inicial, é de [REDACTED] e a duração da mudança de jante e espacejadores, é de [REDACTED]⁵⁹. Através da conversão das micro tarefas internas em externas e da remoção da estrutura externa das *cages*, a duração de ambos os *setups* é reduzida em 15%. Deste modo, com a implementação das sugestões de melhoria, a duração da mudança de jante é reduzida em 12 minutos e 19 segundos (739 segundos), passando a durar [REDACTED]⁵⁹, e a duração da mudança de jante e espacejadores é reduzida em 13 minutos e 27 segundos (807 segundos), passando a durar [REDACTED]⁵⁹, como se pode verificar no gráfico 2.

No que respeita à mudança de jante e segmentos (gráfico 2) a sua duração, segundo o método inicial, é de [REDACTED]⁵⁹ e a duração da mudança de jante, segmentos e espacejadores (gráfico 2) é de [REDACTED]⁵⁹. Mediante a conversão das micro tarefas internas em externas, a remoção da estrutura externa da *cage* e a implementação da régua de parafusos nos tambores, é possível reduzir a duração dos *setups* em 16%. Deste modo, a duração da mudança de jante e segmento é reduzida em 15 minutos e 47 segundos (947 segundos), passando a durar [REDACTED]⁵⁹ e a duração da mudança de jante, segmentos e espacejadores é reduzida em 16 minutos e 15 segundos (975 segundos), passando a durar [REDACTED]⁵⁹, como apresentado nos gráficos 12 e 13.

No que respeita às mudanças levadas a cabo no segundo estágio dos módulos de construção, a duração da mudança de jante de expansão, segundo o método inicial, é de [REDACTED]⁵⁹, gráfico 2. Através da conversão do *setup* interno em externo e adquirindo-se as cintas para o transporte das jantes, é possível reduzir a duração do *setup* em 4% (menos 72 segundos), passando a durar [REDACTED]⁵⁹, como representado no gráfico 2.

Relativamente à mudança das chapas da *turning table*, a duração do *setup*, segundo o método inicial, é de [REDACTED]⁵⁹, gráfico 2. Mediante a conversão das micro tarefas internas em externas e adquirindo-se os olhais para o transporte das chapas da *turning table*, torna-se possível reduzir a duração do *setup* em 12%, passando a durar [REDACTED]⁵⁹, menos 1 minuto e 24 segundos (84 segundos) do que inicialmente, como se pode observar no gráfico 2.

Finalmente, aliada a estas melhorias, a implementação da pré-preparação dos tambores para as mudanças tambor e de jante conjugadas, permitirá reduzir os tempos de *setup* que envolvem a troca do tambor e posterior troca de espacejadores, segmentos ou ambos, gráfico 3. Através desta medida, foi possível reduzir o número de *setups* do tipo mudança de tambor e

⁵⁹ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

espacejadores/segmentos ou ambos e do tipo mudança de jante e espacejadores/segmentos ou ambos.

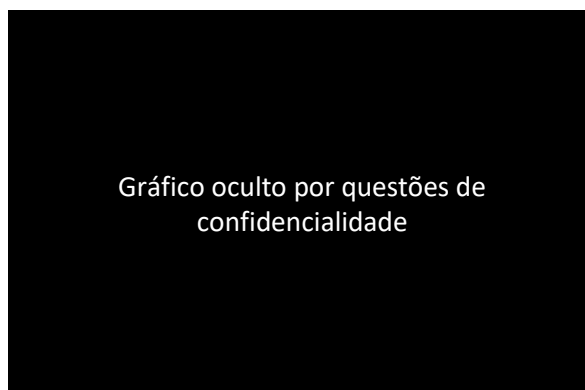


Gráfico 3 – Impacto das propostas de melhoria nos *setups conjugados*

Através desta implementação, aliada às restantes melhorias apresentadas, é possível reduzir a duração da mudança de tambor e espacejadores em 26% (menos 9 minutos e 48 segundos), a da mudança de tambor e segmentos em 29% (menos 11 minutos e 46 segundos) e, a da mudança de tambor, segmentos e espacejadores em 43% (20 minutos e 59 segundos). Uma vez que, todos estes *setups*, passam a ter a duração igual à duração da mudança de tambor, [REDACTED] [REDACTED]⁶⁰. Relativamente à duração da mudança de jante e espacejadores, é possível ser reduzida em 24% (menos 21 minutos e 29 segundos), a duração da mudança de jante e segmentos em 29% (menos 28 minutos e 12 segundos) e a duração da mudança de jante, segmentos e espacejadores em 32% (menos 32 minutos e 38 segundos). Uma vez que, estes *setups* passam a ter uma duração igual à mudança de jante, [REDACTED]⁶⁰.

5.4.2. Símula dos resultados obtidos

Após a análise dos resultados obtidos pelas ações tomadas ao longo da implementação da metodologia SMED, torna-se possível responder à questão de partida deste projeto “De que forma o SMED pode contribuir para a redução dos tempos de *setup*?”.

Sendo o SMED uma metodologia que objetiva a redução dos tempos de *setup*, de facto, foi possível comprovar este conceito através do desenvolvimento do presente projeto. Tendo como objetivo geral “Melhorar os processos produtivos de construção de pneus agrícolas, na Continental Mabor, através da implementação de conceitos e ferramentas inerentes ao *Lean Manufacturing*, em particular o SMED”, pode-se concluir que este foi atingido, sendo possível afirmar que foi superado. Uma vez que, as intervenções práticas não se limitaram à implementação da metodologia SMED, mas foi além desta. Em simultâneo foi ainda possível melhorar o sistema produtivo através da implementação de 5S, de gestão visual, da criação de uma ferramenta informática de gestão de fitas métricas, da formulação de um procedimento para garantir a rastreabilidade dos pneus e da atualização das instruções de trabalho.

⁶⁰ Texto ilegível por questões de confidencialidade requeridas pela Continental Mabor.

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentados os principais resultados e as conclusões retiradas do desenvolvimento deste projeto. No final do capítulo, são ainda apresentadas algumas propostas de melhoria a serem desenvolvidas pela empresa em trabalhos futuros.

6.1. Conclusões finais

O trabalho desenvolvido no âmbito do presente projeto, visou a melhoria do processo produtivo na área de construção de pneus agrícolas da Continental Mabor, através da aplicação de ferramentas *lean manufacturing*. De forma a eliminar desperdícios de tempo, foram desenvolvidas propostas de melhoria utilizando a metodologia SMED, 5S e gestão visual, impulsionando o desempenho dos módulos de construção de pneus agrícolas.

A implementação da metodologia SMED, permitiu reduzir os tempos dos *setups* realizados nos módulos de construção de pneus agrícolas. Deste modo, após uma análise exaustiva de cada um dos *setups*, foram identificadas todas as tarefas e micro tarefas que os constituem e, de seguida, sugeriu-se a conversão das tarefas e micro tarefas internas em externas. Posteriormente, foram reunidos esforços para diminuir, ainda mais, a duração dos *setups*. No 1st *stage*, foram implementadas melhorias para simplificar a ação de inserir os segmentos no tambor da máquina, através da implementação da régua de parafusos nos tambor, foi adquirida uma balança para apoiar os colaboradores no momento de remover e inserir o tambor no veio da máquina, e eliminou-se a estrutura externa da *cage dos fingers*, excluindo a repetibilidade de tarefas no manuseamento deste componente. Aliada a estas melhorias, foi ainda implementada a pré-preparação dos tambores de construção no *tooling shop*. Esta implementação, permitiu reduzir a duração dos *setups* que envolvem o manuseamento e preparação do tambor, uma vez que, estes passam a estar previamente preparados, com os segmentos e espacejadores especificados para o artigo a produzir. No 2nd *stage*, elaborou-se uma tabela de suporte à identificação da localização da meia lua, sugeriu-se a aquisição de olhais para o transporte das chapas da *turning table* e da cinta para o transporte da jante de expansão.

Através da implementação das propostas apresentadas, torna-se possível reduzir os tempos de *setup* entre 2% e 43%. Sendo que, na duração dos *setups* que envolvem preparação do tambor, isto é, a mudança de espacejadores, a mudança de segmentos e a mudança de segmentos e espacejadores, viu-se a possibilidade de reduzir o seu tempo em 5%, 9% e 9%, respetivamente. Nos *setups* que envolvem a troca de tambor (mudança de tambor, mudança de tambor e espacejadores, mudança de tambor e segmentos e mudança de tambor, segmentos e espacejadores), constatou-se a possibilidade desta redução ser de 2%, 26%, 29% e 43 %, respetivamente. Relativamente aos *setups* que envolvem a mudança de jante, (mudança de jante, mudança de jante e espacejadores, mudança de jante e segmentos e mudança de jante, segmentos e espacejadores), verificou-se a possibilidade de reduzir os tempos de *setup* em 15%, 24%, 29% e 32%, respetivamente. No que respeita aos *setups* relativos ao segundo estágio da construção, contactou-se a possibilidade de reduzir o tempo da mudança de jante de expansão em 4% e, a duração da mudança da chapa da *turning table* em 12%.

Através da implementação da metodologia de gestão visual, identificaram-se os parafusos manuseados durante a realização do *setup* no primeiro estágio de construção e as chapas da *turning table*, de modo a evitar possíveis danos e percas de tempo. A implementação da metodologia 5S, permitiu ainda, a organização e definição das localizações das ferramentas, documentos e dispositivos eletrônicos nas bancadas de apoio à produção. Aquando a remoção dos materiais desnecessários do posto de trabalho, foi necessária a criação de um procedimento de apoio ao arquivo das listas de verificação para, desta forma, garantir a rastreabilidade dos pneus. Objetivando eliminar a procura de ferramentas de medição, foi desenvolvida uma ferramenta informática de apoio à gestão das fitas métricas disponibilizadas nos postos de trabalho. Ainda relacionado com esta metodologia, foi desenvolvido um protótipo para o carro de apoio aos *setups* (carro do *setup*). Por último, atualizaram-se as instruções de trabalho relativas aos módulos de construção, de forma a garantir o acesso à informação atualizada sobre o método mais eficaz para a realização dos *setups*.

Em suma, o trabalho desenvolvido no âmbito do presente projeto, contribuiu para melhorar o processo produtivo na área de construção de pneus agrícolas da Continental Mabor, sendo este o principal objetivo do projeto, considera-se que o projeto foi bem-sucedido.

6.2. Limitações e investigação futura

Neste subcapítulo, são apresentadas algumas sugestões de melhorias a desenvolver em trabalhos futuros na empresa, objetivando o princípio da melhoria contínua. Apesar de se ter procedido à atualização das instruções de trabalho segundo o modelo adotado pela empresa, estas não são ainda suficientemente “intuitivas”. Pelo que, seria vantajoso não só para os colaboradores, mas também para a empresa, a adoção de um modelo de instruções de trabalho mais intuitivo e de fácil interpretação, recorrendo a imagens e breves explicações. Relativamente à implementação da metodologia 5S, foi criada uma bancada modelo para ser replicada para todas as bancadas de trabalho. No entanto, não basta criar e identificar as localizações na bancada e disponibilizar um kit de limpeza, é imprescindível a manutenção da metodologia e sensibilização dos colaboradores para o cumprimento de todas as normas.

Apesar da Continental Mabor ser uma empresa caracterizada pela sua inovação, muita da sua informação é ainda tratada em formato papel. De forma a reduzir desperdícios de papel e de toda a logística necessária para o transporte desta informação, é notória, cada vez mais, a necessidade de disponibilizar a documentação em formato digital, fundamentalmente no preenchimento das listas de verificação. Esta implementação, permitirá eliminar a necessidade de recolha e arquivo destas, havendo economia de espaço, tanto na bancada de trabalho como na sala de arquivo.

Finalmente, convém frisar que a duração dos *setups* realizados nos módulos de construção de pneus agrícolas, pode continuar a ser reduzida. Através de gráficos de gantt, deverão analisar o número de operadores necessários a executar cada uma das mudanças e, deverão reanalisar cuidadosamente todas as operações executadas pelos operadores, objetivando a melhoria contínua.

Como limitações deste projeto, o surgimento da pandemia COVID-19, levou a que o desenvolvimento deste, em ambiente laboral, ficasse suspenso durante um mês e que, após isso, as deslocações à empresa ficassem limitadas, o que causou um impacto significativo no levantamento e avaliação prática dos resultados reais obtidos para as sugestões propostas e implementadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

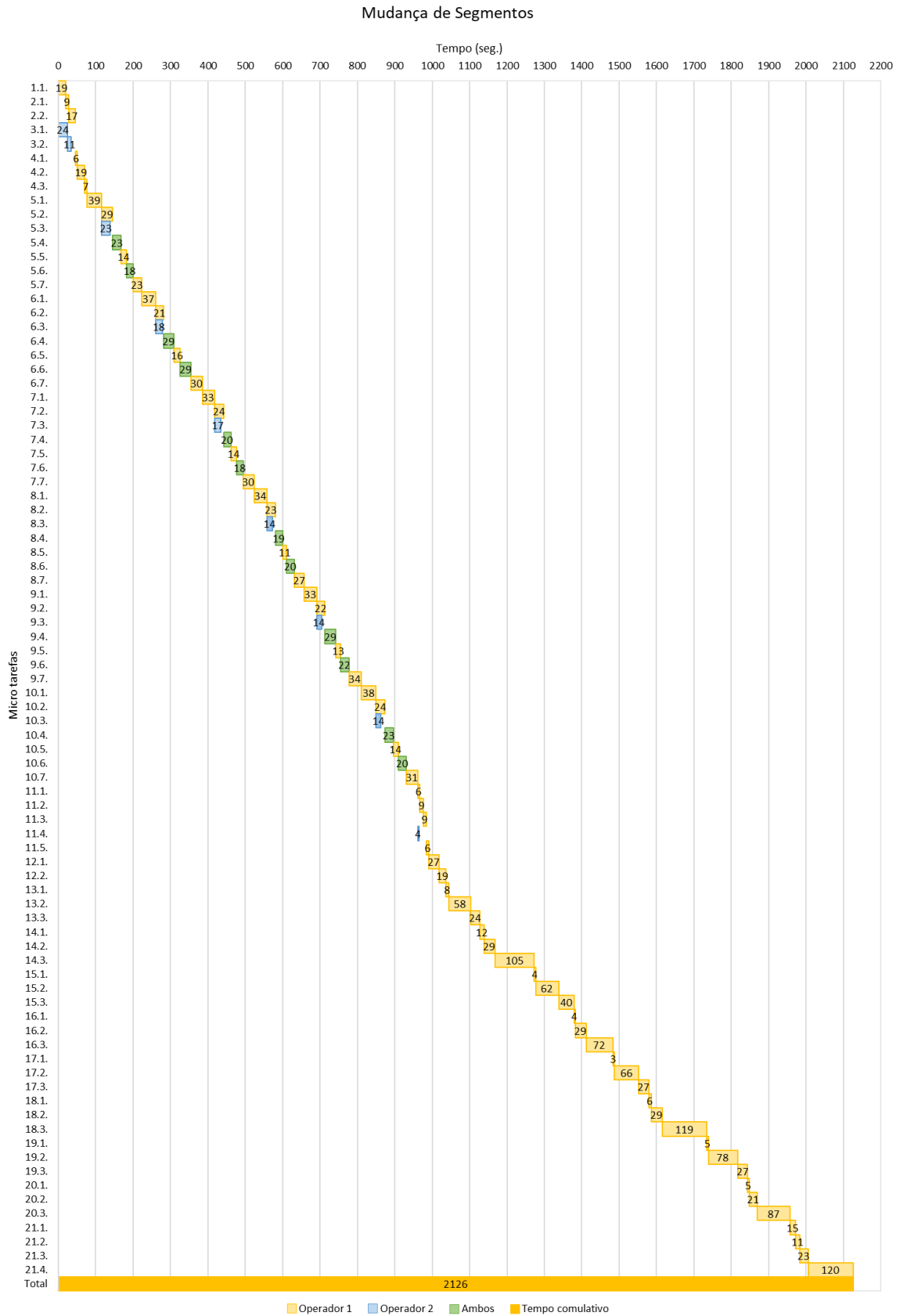
- ACAP. (2020). *Veículos produzidos em Portugal*. Obtido de https://www.acap.pt/site/uploads/paginas/documentos/3405C232-C2030_1.pdf
- Apolinário, B. (2018). *Implementação da metodologia Lean – 5S num laboratório da Indústria Alimentar*. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Bauer, H., Brandl, F., Lock, C., & Reinhart, G. (2018). Integration of industrie 4.0 in lean manufacturing learning factories. *Procedia Manufacturing*, 23, 147–152.
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2009). *The lean toolbox - The essential guide to lean transformation* (4º). Buckingham: Picsie.
- Bublitz, T. (2018). Pneus para tratores - Continental. Obtido 19 de Fevereiro de 2020, de <https://www.continental-pneus.pt/industriais/agricultura>
- Caldeira, C. (2018). Mercado espera pneus agrícolas disponíveis em 100 dimensões. *Agricultura e Mar Atual*. Obtido de <https://agriculturaemar.com/continental-mercado-espera-pneus-agricolas-disponiveis-em-100-dimensoes-em-2019/>
- Carvalho, J. (2015). *Análise de tempos e métodos e implementação de ferramentas lean num sistema produtivo*. Universidade do Minho, Escola de Engenharia.
- CGMS. (2020). Histórico de produção. Obtido de Intranet da continental mabor
- Continental. (2019). Pneus agrícolas Continental. Obtido 19 de Fevereiro de 2020, de <https://www.continental-pneus.pt/industriais/agricultura/pneus-agricultura>
- Continental AG. (2018). História Continental. Obtido 1 de Fevereiro de 2020, de <https://www.continental.com/pt-pt/empresa/historia>
- Continental AG. (2019). Grupo Continental - Factos e Números. Obtido 1 de Fevereiro de 2020, de <https://www.continental-pneus.pt/ligueiros/empresa/sobre-nós/corporativo>
- Feld, W. (2001). *Lean manufacturing—tools, techniques, and how to use them* (Vol. 20). New York: St. Lucie Press.
- Gapp, R. P. (2008). Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. *Strategic Direction*, 24(11).
- Gummesson, E. (2000). *Qualitative Methods in Management Research* (2nd ed.). Sage: Thousand Oaks, CA.
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249.
- Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2011). *Staying Lean: Thriving, not just surviving*. Em *CRC Press* (2º). Obtido de http://scholar.google.com/scholar?hl=en&q=Staying+Lean+Thriving,+not+just+surviving&btnG=&as_sdt=1,5&as_sdt#1
- Kiran, D. R. (2017). Capítulo 23 - 5S. Em *Total Quality Management* (pp. 333–346). Woburn: Elsevier Inc.
- Liker, J. K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. Em *Metallurgical and Materials Transactions A* (Vol. 30). New York: McGraw-Hill.
- Mabor, C. (2019). Continental em Portugal. Obtido 17 de Março de 2020, de

- <https://www.continental-pneus.pt/ligeiros/historias/portugalidade>
- Manuel, A. (2014). *Artur Manuel Ferreira da Silva Aplicação de técnicas Lean Office nos Serviços Académicos de uma Universidade*. Universidade do Minho, Escola de Engenharia.
- Maxxis. (2020). Processo produtivo de pneus. Obtido 21 de Fevereiro de 2020, de <https://www.maxxis.com/technology/how-a-tire-is-made>
- McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology. *International Journal of Production Research*, 38(11), 2377–2395. Obtido de <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00207540050031823?needAccess=true>
- Mello, C. H. P., Turrioni, J. B., Xavier, A. F., & Campos, D. F. (2012). Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. *Produção*, 22(1), 1–13. Obtido de <https://drive.google.com/file/d/1cyOSKhCvDXwq2LwSrix24qpsM1ngJ08e/view>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673.
- Moreira, A. C., & Pais, G. C. S. (2011). Single minute exchange of die. A case study implementation. *Journal of Technology Management and Innovation*, 6(1), 129–146. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242011000100011>
- Moreira, F., Sousa, R. M., & Alves, A. C. (2010). Towards Eco-efficient lean production systems. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 322(July), 11–18. Obtido de <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79958019826&partnerID=tZ0tx3y1>
- Nedden, C., Exeler, H., Fricke, L., Neves, A., & Neves, I. (2018). *Relatório e Contas 2018 - Continental Mabor*. Vila Nova de Famalicão.
- Neves, R. (2019). Continental Mabor vai investir 100 milhões e criar mais de 100 empregos em Famalicão. Obtido 31 de Janeiro de 2020, de <https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/industria/detalhe/continental-mabor-vai-investir-100-milhoes-e-criar-mais-de-100-empregos-em-famalicao>
- Ohno, T. (1978). *Toyota Production System : Beyond Large-Scale Production*. Obtido de https://books.google.co.uk/books/about/Toyota_Production_System.html?id=7_-67SshOy8C
- Ortiz, C. A. (2006). Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line. Em *Taylor & Francis Group* (Vol. 27). New York.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda (Lean Enterprise Institute). *Lean Enterprise Institute Brookline*, p. 122. <https://doi.org/10.1109/6.490058>
- Rui Silva. (2017). CST - Mudança de tooling de construção. Obtido 9 de Janeiro de 2020, de Intranet Continental Mabor
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practise bundles, and performance. *South African Journal of Industrial Engineering*, 21(1), 129–149.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge: Productivity Press.
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). *An Assessment of the Scientific Merits of Action Research* (Vol. 23). New York: Administrative Science Quarterly.
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. New York: Professional de McGraw Hill.
- Womack, J., & Jones, D. (1991). The machine that changed the world. Em *Rawson Associates*. New

York: Rawson Associates.

Womack, J. O., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking* (Vol. 18). New York: Free Press.

ANEXO A – DIAGRAMA DE GANTT



ANEXO B – ESQUEMA DA MUDANÇA DE TOOLING

Esquema de mudança de Tooling		
	SAI	ENTRA
1	TAMBOR	
2	DOGEAR	
3	DIAFRAGMA DTO	
4		CAGE FINGER DTO
5	DIAFRAGMA ESQ	
6		CAGE FINGER ESQ
7	ANEL ESQ	
8	FINGER ESQ	
9		FINGER ESQ
10	ANEL DTO	
11		ANEL ESQ
12	FINGER DTO	
13		FINGER DTO
14	CAGE FINGER VAZIA ESQ	
15		ANEL DTO
16	CAGE FINGER VAZIA DTO	
17		DIAFRAGMA DTO
18		DIAFRAGMA ESQ
19		TAMBOR
20		DOGEAR

↓ Saída de Tooling ↑ Entrada de Tooling

1º O Tooling deve ser preparado e armazenado junto ao modulo de construção.
 2º A mudança do Tooling deve ser feita com ajuda do monocarril.
 3º Para cada tooling existe uma cinta defenida. Deve ser utilizada a cinta correspondente
 4º Na mudança deve ser preenchida a Lista de verificações de mudança de Tooling.

ANEXO C – PESOS DOS TAMBORES

Artigo	Component Work-Code	Peso Tambor	Artigo	Component Work-Code	Peso Tambor
0620159000	9826880130	600	0620138000	9826880268	
0620219000	9826880277	1074	0620184000	9826880270	
0620174000	9826880287	612	0620179000	9826880271	
0620153000	9826880292	442	0620220000	9826880274	
0620156000	9826880302	550	0620160000	9826880135	
0620150000	9826880304	440	0620218000	9826880282	
0620187000	9826880157	740	0620155000	9826880284	
0620142000	9826880265	908	0620208000	9826880286	
0620230000	9826880342	957	0620172000	9826880146	
0620165000	9826880120		0620158000	9826880149	
0620161000	9826880122		0620221000	9826880296	
0620177000	9826880179		0620216000	9826880297	
0620143000	9826880180		0620211000	9826880301	
0620183000	9826880181		0620154000	9826880153	
0620181000	9826880187		0620205000	9826880303	
0620188000	9826880193		0620151000	9826880155	
0620166000	9826880195		0620152000	9826880311	
0620146000	9826880209		0620148000	9826880313	
0620185000	9826880210		0620222000	9826880315	
0620139000	9826880212		0620170000	9826880319	
0620147000	9826880226		0620167000	9826880320	
0620175000	9826880235		0620240000	9826880323	
0620173000	9826880238		0620241000	9826880326	
0620217000	9826880241		0620227000	9826880329	
0620135000	9826880243		0620190000	9826880330	
0620157000	9826880251		0620186000	9826880331	
0620136000	9826880252		0620180000	9826880335	
0620133000	9826880253		0620212000	9826880336	
0620162000	9826880256		0620140000	9826880337	
0620207000	9826880257		0620229000	9826880338	
0620134000	9826880259		0620239000	9826880339	
0620163000	9826880263		0620231000	9826880340	

ANEXO D – FERRAMENTA INFORMÁTICA DE CONTROLO DE FITAS MÉTRICAS



Manual de Utilizador
Plataforma de Gestão de Fitas Métricas

Manual de Utilizador

Para ter acesso à plataforma, deverá, na folha "Iteração", clicar no botão "Plataforma", figura 1.

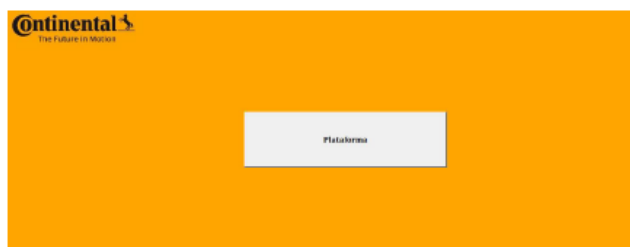


Figure 1 – Iniciar Plataforma

De seguida irá abrir uma janela onde são apresentadas várias opções, figura 2.

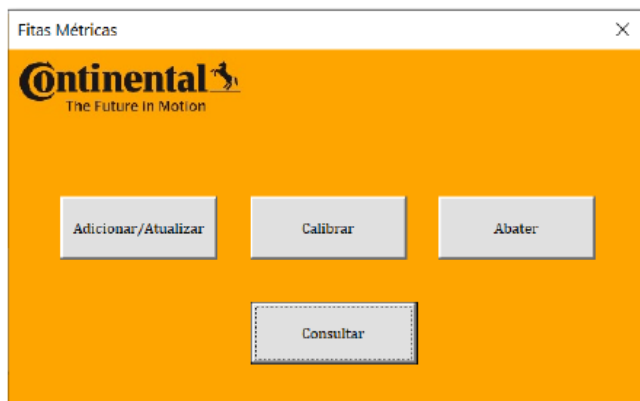


Figure 2 – Janela Inicial

1. Adicionar / Atualizar

Ao pressionar o botão "Adicionar / Atualizar" irá abrir a janela apresentada na figura 3. Aqui são apresentadas 3 opções.



Manual de Utilizador
Plataforma de Gestão de Fitas Métricas



Figure 3 - Atualizar estado/Adicionar fita métrica o sistema

1.1. Nova

Selecionar a opção "Nova" para adicionar uma fita métrica nova ao sistema, entenda-se fita métrica nova como uma fita métrica que nunca foi registada em sistema. Ao clicar neste botão será exibida a janela a seguir.



Figure 4 – Adicionar nova fita métrica, passo 1

Para adicionar uma nova fita métrica ao sistema, deverá indicar o seu nome, o código da fita que pretende adicionar e clicar em "OK", confirmar o código e imediatamente é exibida a janela seguinte (figura 5).



Figure 5 – Adicionar nova fita métrica, fase 2

Aqui deve seleccionar a dimensão da fita métrica, indicar a que máquina esta será atribuída e clicar em "OK". Seguidamente, será exibida uma janela a indicar que a fita métrica foi adicionada e qual o estado que será atribuído. "EM USO" significa que a fita métrica deverá estar disponível no posto de trabalho "STOCK" indica que se trata de uma fita métrica suplente.

1.2. Calibrada

Seleccionar a opção "Calibrada" aquando a receção de fitas métricas que foram mandadas para a metrologia. Ao seleccionar esta opção, será exibida a janela a seguir.

Figure 6 - Receção de fitas métricas mandadas para a metrologia



Aqui deverá indicar o seu nome, seleccionar as fitas métricas recebidas da metrologia e clicar em "OK". De seguida, receberá informação da actualização do estado de cada uma das fitas métricas seleccionadas.

1.3. Back

Seleccionar a opção "Back" para voltar à janela inicial, figura 2.

2. Calibrar

Ao pressionar o botão "Calibrar" irá abrir a janela apresentada na figura 7.

Figure 7 – Calibrar fita métrica

Nesta janela, deve indicar o seu nome, o código da fita métrica que irá ser enviada para calibrar e clicar em "OK". De seguida, deverá confirmar o código da fita métrica e, finalmente, o estado desta será alterado para "A CALIBRAR".

3. Abater

Ao pressionar o botão "Abater" irá abrir a janela apresentada na figura 8.



Figure 8 – Abater fita métrica, passo 1

Nesta janela, deve indicar o nome de utilizador, o código da fita métrica que pretende abater e o motivo do abate. De seguida, deverá clicar no botão ">>" e a fita métrica é adicionada à "Lista de Fitas Métricas a Abater", como demonstrado na figura 9.

Figure 9 – Abater fita métrica, passo 2

Se pretender retificar ou eliminar alguma informação contida na "Lista de Fitas Métricas a Abater", basta selecionar a referência que pretende retificar, clicar no botão "<<" (se for o caso, proceder à retificação e clicar em ">>").

Após ter adicionado todas as fitas métricas que pretende abater à "Lista de Fitas Métricas a Abater", deverá clicar em "Abater" e estas serão eliminadas da base de dados de fitas métricas disponíveis e adicionadas à base de dados de fitas métricas abatidas. Finalmente, será enviada a informação do abate das respetivas fitas métricas para a metrologia e para o seu superior hierárquico.



4. Consultar

Ao pressionar o botão "Consultar", pode consultar a base de dados das fitas métricas disponíveis e abatidas. Quando pretender clicar noutra opção basta clicar no botão "Plataforma", disponível na folha "Iteração".

ANEXO E – INSTRUÇÃO DE TRABALHO – 1ST STAGE

Instrução de trabalho oculta devido a questões de confidencialidade.

ANEXO F – INSTRUÇÃO DE TRABALHO – 2ND STAGE

Instrução de trabalho oculta devido a questões de confidencialidade.

ANEXO G – PROCEDIMENTO DE RECOLHA E ARQUIVO DAS LISTAS DE VERIFICAÇÃO

Continental PoMS		Gestão da Qualidade Continental Mabor	
Processo:	Documentos Gerais	Autor:	xxxx
Subprocesso:		Telefone:	0000
Categoria:	Procedimento	Revisão:	01
		Referência:	PLLO-V-GD-00-00-xx-xxxx-14

Sistema de Arquivo das Listas de Verificação

1. Objetivo

O Sistema de Arquivo das Listas de Verificação da Continental Mabor tem como objetivo principal definir a rotina da recolha das listas de verificação (Checklists).

2. Âmbito

O Sistema de Arquivo das Listas de Verificação abrange todas as áreas funcionais da produção das unidades da DP-CST.

2.1. Processos Abrangidos por Arquivo na DP-CST:

- Extrusão de Paredes e Pisos e Perfis
- Corte de Cinta Têxtil e Tela Têxtil
- Corte de Cinta Metálica e Tela Metálica
- Construção de núcleos de talão
- Apex (que inclui a aplicação de Cunha e Flipper) e Extrusão de Perfis
- Slitter/Recuperadora
- Construção
- Pintura
- Vulcanização
- Inspeção Final

3. Referências

N/A

4. Definições

DP – Direção de Produção
CST - Commercial Specialty Tires
Requerente – Entidade que requer ou solicita

5. Responsabilidades

A responsabilidade pela aplicação é da DP-CST.

6. Descrição

6.1. Departamento de Preparação e Construção

Este tópico define a rotina de arquivo das listas de verificação (Checklists) relativas ao Departamento de Preparação e Construção de CST.

6.1.1. Responsáveis pela Recolha

Os supervisores das equipas A e B são os responsáveis pela recolha das listas de verificação das máquinas de preparação e os supervisores das equipas C e D são os responsáveis pela recolha das listas de verificação das máquinas de construção. A responsabilidade atribuída a cada supervisor é apresentada na tabela seguinte.

Tabela 1 – Listas de verificação atribuídas aos supervisores do Departamento de Preparação e Construção

Equipa	Máquina	Listas de Verificação
A	CX01T	PLLO-V-CT-P-CP-FO-0322-14
	BA01A	PLLO-V-CT-P-HP-FO-0385-14

Sem carimbo "Cópia n" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

1/6

Continental PoMS		Gestão da Qualidade Continental Mabor	
Processo:	Documentos Gerais	Autor:	xxxx
Subprocesso:		Telefone:	0000
Categoria:	Procedimento	Revisão:	01
		Referência:	PLLO-V-GD-00-00-xx-xxxx-14

Sistema de Arquivo das Listas de Verificação

B	BA01C	PLLO-V-CT-P-HP-FO-0350-14 PLLO-V-CT-P-HP-FO-0323-14
	BA02A	PLLO-V-CT-P-HP-FO-0350-14 PLLO-V-CT-P-HP-FO-0387-14
		PLLO-V-CT-P-HP-FO-0413-14 PLLO-V-CT-P-HP-FO-0323-14
	BA02C	PLLO-V-CT-P-CP-FO-0427-14 PLLO-V-CT-P-CP-FO-0003-14
	Slitter	PLLO-V-CT-P-HP-FO-0320-14 PLLO-V-CT-P-HP-FO-0409-14
C	EX01E	PLLO-V-CT-P-CP-FO-0384-14 PLLO-V-CT-P-CP-FO-0383-14
	CL01I	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0325-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14
	CX01B	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0325-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14
	CX01P	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0325-14
	TB011	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0325-14
	TB012	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14
	TB021	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0325-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14
	TB022	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0325-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14
D	TB031	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0325-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14
	TB032	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0325-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14
	TB041	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0389-14
	TB042	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0327-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0390-14
D	TBB01	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0389-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0389-14
	TBB02	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0389-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0390-14
	TBB03	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0389-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0390-14
	TBB04	PLLO-V-CT-B-TB-FO-0389-14 PLLO-V-CT-B-TB-FO-0390-14

6.1.2. Arquivo em Papel

As listas de verificação devem ser arquivadas em capas devidamente separadas e identificadas conforme o padrão presente no ficheiro anexado.



Identificação Capas
P&C

No Departamento de Preparação e Construção, o arquivo é efectuado na sala da arrecadação, nas prateleiras identificadas como "Registos XXXX" onde o XXXX corresponde ao ano a que o registo condiz.

A gestão documental das listas de verificação é efectuada perante o "tempo de vida" de armazenamento dos documentos, sendo os supervisores definidos, os responsáveis pelo arquivo das listas de verificação que lhes foram atribuídas. O conteúdo das capas é separado conforme os índices em anexo.



Índice P&C

De frisar que, cada supervisor deve arquivar as listas de verificação na capa que lhe condiz até que esta esteja completa. No entanto, deve ter em atenção que as semanas não poderão nunca ser desdobradas em 2 capas diferentes e a cada novo ano deve iniciar-se o arquivo numa nova capa.

Sem carimbo "Cópia n" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

2/6

Continental		PoMS	Gestão da Qualidade Continental Mabor	
Processo:	Documentos Gerais	Autor:	xxxx	
Subprocesso:		Telefone:	0000	
Categoria:	Procedimento	Revisão:	01	
		Referência:	PLLO-V-GD-00-00-xx-xxxx-14	
Sistema de Arquivo das Listas de Verificação				

6.2. Vulcanização e Inspeção Final

Este tópico define a rotina de arquivo das Listas de Verificação (Checklists) no departamento de Vulcanização e Inspeção Final de CST.

6.2.1. Responsável pela recolha

O supervisor da Equipa B é o responsável pela recolha das listas de verificação das máquinas RRO (RRX1A), Pintura (SPX1A), CPC e Raio X (RXX1A) e o supervisor da Equipa C é responsável pela recolha das listas de verificação relativas às prensas. A responsabilidade de cada supervisor é apresentada na tabela seguinte.

Tabela 2 - Listas de verificação atribuídas aos supervisores do Departamento de Preparação e Construção

Equipa	Máquina	Listas de Verificação
B	SPX1A	PLLO-V-CT-V-SP-FO-0328-14
		PLLO-V-CU-S-00-FO-0351-14
	RRX1A	PLLO-V-CT-F-RO-FO-0341-14
		PLLO-V-CT-F-RO-FO-0340-14
		PLLO-V-CT-F-00-FO-0392-14
C	CPC	PLLO-V-CT-F-RW-FO-0388-14
	Prensas File A	PLLO-V-CT-V-CU-FO-0329-14
	Prensas File B	PLLO-V-CT-V-CU-FO-0329-14
	Prensas File C	PLLO-V-CT-V-CU-FO-0329-14
	Prensas File D	PLLO-V-CT-V-CU-FO-0329-14

6.2.2. Arquivo em Papel

As listas de verificação devem ser arquivadas em capas devidamente separadas e identificadas conforme o padrão apresentado no ficheiro anexado.



Identificação Capas
V&I

No departamento de Vulcanização e Inspeção Final de CST, o arquivo é efectuado na sala de arrecadação, nas prateleiras identificadas como "Registos".

A gestão documental das listas de verificações é efectuada perante o "tempo de vida" de armazenamento dos documentos, sendo os supervisores definidos os responsáveis pelo arquivo das listas de verificação que lhes foram atribuídas. O conteúdo das capas é separado conforme os índices em anexo.



Índice V&I

De frisar que, cada supervisor deve arquivar as listas de verificação na capa que lhe condiz até que esta esteja completa. No entanto, deve ter em atenção que as semanas não poderão nunca ser desdobradas em 2 capas diferentes e a cada novo ano deve iniciar-se o arquivo numa nova capa.

6.2.3. Frequência da Recolha

O supervisor responsável deve deslocar-se aos postos de trabalho definidos, numa frequência máxima de duas semanas e deverá recolher apenas as fichas de verificação que estejam

Sem carimbo "Cópia n°" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

3/6

Continental		PoMS	Gestão da Qualidade Continental Mabor	
Processo:	Documentos Gerais	Autor:	xxxx	
Subprocesso:		Telefone:	0000	
Categoria:	Procedimento	Revisão:	01	
		Referência:	PLLO-V-GD-00-00-xx-xxxx-14	
Sistema de Arquivo das Listas de Verificação				

fechadas. Deste modo, no posto de trabalho não poderão existir fichas de verificação fechadas durante mais que duas semanas.

6.3. Consulta e Requisição

As listas de verificação poderão ser requeridas para consulta. Para isso, o requerente e o responsável pela entrega (supervisor em serviço), deverão assinar o documento anexado denominado "Registo de Consultas". Este documento é disponibilizado na sala de arrecadação, na prateleira identificada como "Registos".



Registo de
Consultas

7. Registos

N/A

8. Revisões

Revisão:	Data:	Descrição:
1	xx.10.2019	


9. Anexos

Anexo I – Tabela das Semanas de 2020

Anexo II – Tabela das Semanas de 2021

Sem carimbo "Cópia n°" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

4/6

		PoMS		Gestão da Qualidade Continental Mabor	
Processo:	Documentos Gerais	Autor:	xxxx	Processo:	Documentos Gerais
Subprocesso:		Telefone:	0000	Subprocesso:	
Categoria:	Procedimento	Revisão:	01	Categoria:	Procedimento
		Referência:	PLLO-V-GD-00-00-xx-xxxx-14		
Sistema de Arquivo das Listas de Verificação					


Anexo I – Tabela de Semanas de 2020

2020

Semana	Início	Fim	Semana	Início	Fim
1	01/jan	05/jan	27	29/jun	05/jul
2	06/jan	12/jan	28	06/jul	12/jul
3	13/jan	19/jan	29	13/jul	19/jul
4	20/jan	26/jan	30	20/jul	26/jul
5	27/jan	02/fev	31	27/jul	02/ago
6	03/fev	09/fev	32	03/ago	09/ago
7	10/fev	16/fev	33	10/ago	16/ago
8	17/fev	23/fev	34	17/ago	23/ago
9	24/fev	01/mar	35	24/ago	30/ago
10	02/mar	08/mar	36	31/ago	06/set
11	09/mar	15/mar	37	07/set	13/set
12	16/mar	22/mar	38	14/set	20/set
13	23/mar	29/mar	39	21/set	27/set
14	30/mar	05/abr	40	28/set	04/out
15	06/abr	12/abr	41	05/out	11/out
16	13/abr	19/abr	42	12/out	18/out
17	20/abr	26/abr	43	19/out	25/out
18	27/abr	03/mal	44	26/out	01/nov
19	04/mal	10/mal	45	02/nov	08/nov
20	11/mal	17/mal	46	09/nov	15/nov
21	18/mal	24/mal	47	16/nov	22/nov
22	25/mal	31/mal	48	23/nov	29/nov
23	01/jun	07/jun	49	30/nov	06/dez
24	08/jun	14/jun	50	07/dez	13/dez
25	15/jun	21/jun	51	14/dez	20/dez
26	22/jun	28/jun	52	21/dez	27/dez

Sem carimbo *Cópia n° qualquer impressão é uma cópia não controlada.

5/6

		PoMS		Gestão da Qualidade Continental Mabor	
Processo:	Documentos Gerais	Autor:	xxxx	Processo:	Documentos Gerais
Subprocesso:		Telefone:	0000	Subprocesso:	
Categoria:	Procedimento	Revisão:	01	Categoria:	Procedimento
		Referência:	PLLO-V-GD-00-00-xx-xxxx-14		
Sistema de Arquivo das Listas de Verificação					

Anexo II – Tabela de Semanas de 2021

2021

Semana	Início	Fim	Semana	Início	Fim
1	01/jan	03/jan	27	28/jun	04/jul
2	04/jan	10/jan	28	05/jul	11/jul
3	11/jan	17/jan	29	12/jul	18/jul
4	18/jan	24/jan	30	19/jul	25/jul
5	25/jan	31/jan	31	26/jul	01/ago
6	01/fev	07/fev	32	02/ago	08/ago
7	08/fev	14/fev	33	09/ago	15/ago
8	15/fev	21/fev	34	16/ago	22/ago
9	22/fev	28/fev	35	23/ago	29/ago
10	01/mar	07/mar	36	30/ago	05/set
11	08/mar	14/mar	37	06/set	12/set
12	15/mar	21/mar	38	13/set	19/set
13	22/mar	28/mar	39	20/set	26/set
14	29/mar	04/abr	40	27/set	03/out
15	05/abr	11/abr	41	04/out	10/out
16	12/abr	18/abr	42	11/out	17/out
17	19/abr	25/abr	43	18/out	24/out
18	26/abr	02/mal	44	25/out	31/out
19	03/mal	09/mal	45	01/nov	07/nov
20	10/mal	16/mal	46	08/nov	14/nov
21	17/mal	23/mal	47	15/nov	21/nov
22	24/mal	30/mal	48	22/nov	28/nov
23	31/mal	06/jun	49	29/nov	05/dez
24	07/jun	13/jun	50	06/dez	12/dez
25	14/jun	20/jun	51	13/dez	19/dez
26	21/jun	27/jun	52	20/dez	26/dez

Sem carimbo *Cópia n° qualquer impressão é uma cópia não controlada.

6/6