



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ana Mafalda Silva Carvalho Ribeiro da Silva

Adoção de práticas *Lean* para a melhoria de desempenho no Centro de Testes e Avaliação de uma empresa de produção de pneus



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ana Mafalda Silva Carvalho Ribeiro da Silva

**Adoção de práticas *Lean* para a melhoria
de desempenho no Centro de Testes e
Avaliação de uma empresa de produção
de pneus**

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão
Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva Sousa
Professora Doutora Ana Sofia de Pinto Colim

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Chegar ao fim desta etapa é a concretização de um percurso cheio de desafios, aprendizagens e crescimento pessoal. Nada disto teria sido possível sem o apoio e dedicação de tantas pessoas especiais, às quais expresso o meu mais sincero agradecimento.

À Continental Mabor, agradeço pela oportunidade de desenvolver este projeto, em especial ao Engenheiro Murilo Nascimento, pela confiança depositada e pela constante disponibilidade sempre que eu necessitava de ajuda.

Aos meus orientadores, pela paciência, orientação e conselhos demonstrados ao longo de toda a realização desta dissertação.

A todos os meus colegas do Centro de Teste e Avaliação, que tornaram este percurso mais enriquecedor. Um agradecimento especial à Maria Inês, Filipa, Cassandra e Cristina, que sempre me motivaram e ajudaram a ultrapassar os momentos difíceis, mesmo sem o saberem. Ao Luís por toda a paciência demonstrada, ao Vítor, César e Paulo, por estarem sempre disponíveis a ajudar, e ao Guilherme, por todas as incontáveis gargalhadas que proporcionou.

Ao Luís, pelo carinho e compreensão, pelo apoio inabalável e por ser sempre a minha força. Obrigada por caminhares ao meu lado nesta jornada.

Ao João Moura, pela amizade, pela paciência incansável e pela generosa disponibilidade ao longo destes meses. Sem dúvida, a sua ajuda foi essencial.

Ao Gonçalo e ao Tiago, o melhor que a universidade me deu, pela cumplicidade em todos os momentos e pela amizade que tornou estes anos mais leve. Obrigada por todas as tardes passadas na biblioteca, pelas gargalhadas partilhadas e por estarem lá.

Por fim, mas nunca menos importante, à minha família, o mais profundo agradecimento. À minha madrinha, pela ajuda e motivação constantes. À minha tia Ita, pelo apoio inestimável no último esforço desta dissertação. Aos meus pais e irmã, por estarem sempre ao meu lado, incentivando-me a seguir em frente e nunca desistir. E, em especial, à minha mãe, que foi, sem dúvida, uma peça fundamental nesta caminhada e sem a qual não teria chegado até aqui.

A todos, estarei eternamente grata.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho

.

Adoção de práticas Lean para a melhoria de desempenho no Centro de Testes e Avaliação de uma empresa de produção de pneus

RESUMO

Este projeto de dissertação, desenvolvido no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, foi realizado no Centro de Testes e Avaliação da empresa Continental Mabor, em Lousado. O trabalho teve como objetivos o mapeamento, análise e melhoria do processo de *shearografia* (inspeção não destrutiva que permite identificar zonas do pneu com defeitos, a partir de imagens obtidas numa máquina de vácuo), na organização do espaço, normalização de procedimentos e redução de desperdícios, com o fim de melhorar o desempenho do Centro de Testes e Avaliação. Para atingir esses objetivos, foram aplicadas metodologias *Lean*, de Mapeamento de Processos e Estudo do Trabalho, seguindo uma abordagem de Investigação-Ação.

Inicialmente, realizou-se uma análise detalhada do processo de *shearografia* com ferramentas como Business Process Modeling Notation (BPMN), Value Stream Mapping (VSM), *Suppliers, Input, Process, Output, Customers* (SIPOC), e cálculo do *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), com um valor inicial de 62%. Identificaram-se ineficiências, como desperdícios e *layouts* inadequados, utilizando o diagrama de esparguete para mapear os fluxos. A reorganização do *layout* resultou numa redução de movimentações e transportes, traduzindo-se numa poupança anual de até 13 dias de trabalho.

Paralelamente, o estudo dos tempos determinou a necessidade de dois trabalhadores por dia e identificou que a máquina não se encontrava a testar na sua capacidade máxima, permitindo aumentar o número de pneus testados em 31,25%. Propostas adicionais incluíram a adaptação de horários de transporte e a criação de um plano de testes, reduzindo o inventário máximo de dezassete para doze paletes e libertando 14,6 m² de espaço, com uma poupança de 1460€/ano.

A organização foi melhorada com a implementação de 5S e gestão visual, elevando a pontuação de auditoria de 74% para 85% e eliminando mais de 120 kg de resíduos acumulados. Foi, ainda, projetada uma área de armazenamento para ferramentas, *sparas* e consumíveis, gerida por um sistema *Kanban*.

Para superar falhas na comunicação, foram introduzidas reuniões diárias baseada na metodologia *Agile* e *templates* de registo, promovendo transparência, redução de erros e maior colaboração.

Palavras-chave: 5S, Desperdício, Estudo de tempos, Filosofia *Lean*, Gestão visual

ABSTRACT

This dissertation project, developed within the scope of the Master's in Industrial Engineering and Management at the School of Engineering, University of Minho, was conducted at the Continental Mabor Evaluation and Test Center in Lousado. The primary objectives of this work were the mapping, analysis, and improvement of the shearography process (a non-destructive inspection technique used to identify defective areas in tires through images obtained from a vacuum machine), the organization of the workspace, the standardization of procedures, and the reduction of waste, with the aim of enhancing the performance of the Testing and Evaluation Center. To accomplish these objectives, Lean methodologies, Process Mapping, and Work Study techniques were employed, adopting an Action Research approach.

Initially, a detailed process analysis was conducted using tools such as Business Process Modeling Notation (BPMN), Value Stream Mapping (VSM), *Suppliers, Input, Process, Output, Customers* (SIPOC), and calculation of Overall Equipment Effectiveness (OEE), with an initial value of 62%. Inefficiencies such as waste and inadequate layouts were identified, and spaghetti diagrams were used to map the flows. A layout reorganization resulted in a reduction in movements and transports, translating into annual savings of up to 13 workdays.

Simultaneously, the time study determined the need for two operators per day and revealed that the machine was not operating at its maximum capacity, enabling a 31.25% increase in the number of tires tested. Additional proposals included adapting transportation schedules and creating a testing plan, which reduced the maximum inventory from seventeen to twelve pallets, freeing up 14.6 m² of space, and generating savings of €1460 per year.

Organization was improved through the implementation of 5S, raising the audit score from 74% to 85% and eliminating over 120 kg of accumulated waste. A storage area for tools, spares, and consumables was also designed and managed using a Kanban system.

To address communication gaps, daily meetings based on the Agile methodology and standardized recording templates were introduced, promoting transparency, error reduction, and enhanced collaboration.

Keywords: 5S, Lean Philosophy, Time study, Visual management, Waste

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABELAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Metodologia de investigação	3
1.4. Estrutura da dissertação	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Filosofia <i>Lean</i>	5
2.1.1. Origem e enquadramento	5
2.1.2. <i>Toyota Production System</i> e os seus pilares	6
2.1.3. Princípios <i>Lean Thinking</i>	8
2.1.4. Classes de desperdícios	10
2.2. Ferramentas de melhoria usadas em contexto <i>Lean</i>	12
2.2.1. Programa 5S	12
2.2.2. Gestão visual	13
2.2.3. Trabalho normalizado	14
2.2.4. <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	15
2.2.5. Diagrama de Esparguete	17
2.3. Mapeamento de Processos	17

2.3.1. <i>BPM Notation</i>	18
2.3.2. SIPOC	19
2.3.3. <i>Value Stream Mapping</i>	20
2.4. Estudo do trabalho	22
2.4.1. Estudo dos Métodos	23
2.4.2. Medida do trabalho	24
3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	26
3.1. História da Continental AG	26
3.2. História da Continental Mabor	27
3.3. Política da empresa.....	28
3.4. Centro de Testes e Avaliação.....	30
4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL	32
4.1. Descrição da situação atual.....	32
4.1.1. Apresentação do funcionamento do Centro de Testes e Avaliação	32
4.1.2. Descrição do Processo de <i>shearografia</i>	32
4.1.3. Mapeamento de alto nível do Processo de <i>shearografia</i> (SIPOC).....	36
4.2. Análise crítica da situação inicial e identificação de problemas.....	37
4.2.1. Processo de <i>shearografia</i>	37
4.2.1.1. Inexistência de registo de tempos	37
4.2.1.2. Descrição do fluxo de valor	37
4.2.1.3. Descrição da eficiência da máquina	40
4.2.1.4. Número de atividades sem valor acrescentado.....	43
4.2.1.5. <i>Layout</i> da máquina de <i>shearografia</i>	46
4.2.1.6. Inventário de <i>inbound</i> e <i>outbound</i>	47
4.2.2. Centro de Testes e Avaliação	49
4.2.2.1. Organização e gestão visual.....	49

4.2.2.2. Comunicação entre trabalhadores.....	52
4.2.2.3. Instruções de trabalho inexistentes ou desatualizadas	53
4.3. Síntese dos problemas identificados	54
5. PROPOSTAS DE MELHORIA.....	55
5.1. Estudo de tempos	55
5.1.1. Estudo de tempos Homem e Homem-máquina.....	55
5.1.2. Estudo dos tempos máquina	61
5.2. Determinação dos recursos necessários ao processo de <i>shearografia</i>	63
5.3. Novo <i>layout</i>	65
5.4. Redução do inventário de <i>inbound</i> e <i>outbound</i>	66
5.4.1. Ajustamento do horário da transportadora	66
5.4.2. Criação de plano de testes	67
5.5. Aumento da taxa de produção de pneus testados	67
5.6. Criação da oficina e implementação de gestão visual.....	68
5.6.1. Identificação da necessidade e a localização futura dos itens	69
5.6.2. Organização da oficina	71
5.6.3. Escolha do local	72
5.6.4. Operação e apoio às máquinas.....	72
5.6.5. Gestão visual.....	73
5.6.6. Sistema de <i>Kanban</i>	74
5.7. Implementação de melhorias na comunicação	75
5.7.1. Implementação da reunião diária.....	75
5.7.2. Implementação de <i>template</i> de reuniões de operação e individuais	76
5.8. Atualização e implementação de instruções de trabalho.....	77
6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	78
6.1. Novo <i>layout</i>	78

6.2. Redução do inventário de <i>inbound</i> e <i>outbound</i>	80
6.3. Aumento da taxa de produção de pneus testados	80
6.4. Criação da oficina e Gestão visual	81
6.5. Implementação da reunião diária	83
7. CONCLUSÃO	84
7.1. Considerações finais	84
7.2. Trabalho futuro	86
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
Apêndice 1 – Folha de registo das paragens da máquina de <i>shearografia</i>	90
Apêndice 2 – Resultado da primeira auditoria 5S no Centro de Testes e Avaliação.....	91
Apêndice 3 - Tabela dos elementos de cada etapa do processo de <i>shearografia</i>	92
Apêndice 4 - Tempos observados e observações esperadas do trabalhador	93
Apêndice 5 - Resultados ajustamentos	103
Apêndice 6 - Tempos normalizados.....	104
Apêndice 7 – Correções	106
Apêndice 8 - Análise Pareto ABC.....	107
Apêndice 9 - Tempos observados e observações esperadas da máquina	110
Apêndice 10 - tempos da máquina por referência de pneu	111
Apêndice 11 - <i>Excel</i> /cálculo do <i>backlog</i> de pneus da <i>shearografia</i>	113
Apêndice 12 – <i>Template</i> de reuniões de operação	114
Apêndice 13 – Primeiras páginas da instrução de trabalho do processo de <i>shearografia</i>	115
Apêndice 14 – Primeiras páginas da instrução de trabalho do processo do corte.....	116
Apêndice 15 – Primeiras páginas da instrução de calibração.....	117
Apêndice 16 – Resultado da segunda auditoria 5S no Centro de Testes e Avaliação	118
Anexo 1 – Categorias de elementos do BPMN.....	119
Anexo 2 – Ícones padrão do VSM.....	120

Anexo 3 – Folha de serviço da transportadora	121
Anexo 4 - Folha de Identificação e Validação	122
Anexo 5 - Modelo de auditoria 5S da Continental.....	123
Anexo 6 - Ajustamentos de dificuldade segundo Mundel	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa TPS (retirado de Liker and Morgan (2006))	7
Figura 2 - Os 3 Mu's (retirado de Pinto (2009))	11
Figura 3 - Os 5S (adaptado de Pinto (2009))	13
Figura 4 - VSM (adaptado de Lean Enterprise Institute (2022))	20
Figura 5 - Zonas do VSM ilustradas (retirado de Lean Enterprise Institute (2022))	22
Figura 6 - Estudo do trabalho (retirado de Costa & Arezes (2003))	23
Figura 7 - Logótipos Continental ao longo dos anos	26
Figura 8 - Distribuição da Continental a nível mundial	27
Figura 9 - Instalações da Continental Mabor	28
Figura 10 - Valores da Continental	29
Figura 11 - Pneu off the road e pneu agrícola	30
Figura 12 - Organigrama do Centro de Testes e Avaliação	30
Figura 13 - Centro de Testes e Avaliação	31
Figura 14 - Layout relativo ao processo de shearografia	33
Figura 15 - BPMN do processo de shearografia	35
Figura 16 - SIPOC do processo de shearografia	36
Figura 17 - VSM do estado atual do processo de shearografia	38
Figura 18 - Gráfico de sequência-executante AS IS	40
Figura 19 - Gráfico do OEE ao longo de 60 dias úteis	41
Figura 20 - Gráfico das variáveis do OEE	42
Figura 21 - Gráficos de perdas de Disponibilidade	43
Figura 22 - Percurso do operador: (a) planeado; (b) real	46
Figura 23 - Armazenamento de ferramentas, consumíveis e cintas	49
Figura 24 - Spares da máquina de corte, Agro e OTR e ferramentas	50
Figura 25 - Resíduos acumulados	50
Figura 26 - Testes nas mesas	51
Figura 27 - Resultado de cada S na primeira autoria 5S	52
Figura 28 - Avaliação do ritmo de trabalho do trabalhador (fornecida pela Continental)	57
Figura 29 - Layout da máquina de shearografia	61
Figura 30 - Tempos de cada referência de pneu e resultado da média ponderada	63
Figura 31 - Tempos relativos às atividades do Homem	64
Figura 32 - Resultados do número de recursos de mão de obra	65
Figura 33 - Proposta do novo layout da máquina de shearografia	65
Figura 34 - Tempos relativos à disponibilidade da máquina e cálculo da sua capacidade	68
Figura 35 - Organização do evento SORT	70
Figura 36 - Resíduos descartados	71
Figura 37 - Local da oficina e respetivo layout	72
Figura 38 - Suporte para cintas e carrinhos de apoio à operação	73
Figura 39 - Resultados do Kanban	74
Figura 40 - Cartão Kanban	75
Figura 41 - Quadro das reuniões diárias	76
Figura 42 - Gráfico de sequência - executante TO BE	79
Figura 43 - VSM do estado futuro do processo de shearografia	79
Figura 44 - Número de pneus testados por ano	81
Figura 45 - Recursos necessários de mão de obra	81
Figura 46 - Organização dos spares nos novos armários	81

Figura 47 - Armário de ferramentas antes (à esquerda) e depois (à direita) com gavetas identificadas	82
Figura 48 - Resultado de cada S na segunda autoria 5S.....	83

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tipo de perdas OEE.....	16
Tabela 2 - Simbologia do gráfico de sequência-executante.....	39
Tabela 3 - Resultados da Análise Multimomento	45
Tabela 4 - Classificação relativa à Auditoria 5S.....	51
Tabela 5 - Resumo dos problemas identificados.....	54
Tabela 6 – Atividades do processo com TO, TN e TP e FA.....	58
Tabela 7 - Correções utilizadas no Estudo dos Tempos e os seus resultados	59
Tabela 8 - Resultados do TP de cada etapa.....	60
Tabela 9 - Elementos da máquina de shearografia	62
Tabela 10 - Locais de armazenamento necessários para a oficina	71

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AGRO – Agrícola

AMM – Análise Multimomento

AR – Atividade de referência

BPD – *Bussiness Process Diagram*

BPM – *Business Process Modeling*

BPMN – *Business Process Modeling Notation*

CPC – *Conti Pressure Check*

CST – *Commercial and Specialty Tires*

DOT – *Department of Transportation*

EPI – Equipamentos de proteção individual

FA – Fator de atividade

IV – Identificação e Validação

JIT – *Just-in-Time*

KPI – *Key Performance Indicator*

NOK – Não OK

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OSS – *Off Serial Side*

OTR – *Off the road*

PE – Ponto de encomenda

PoMS – *Process oriented Management System*

RVA – Rácio de valor acrescentado

SIPOC – *Suppliers, Input, Process, Output, Customers*

SS – *Serial Side*

TA – Tempo de atravessamento

TN – Tempo normalizado

TO – Tempo observado

TP – Tempo Padrão

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

UC – Unidade de carga

VA – Valor acrescentado

VNA – Valor não acrescentado

VSM – *Value Stream Mapping*

WC – *Work center*

WIP – *Work in Progress*

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho, tendo sido realizada na empresa Continental Mabor, situada em Lousado, Portugal.

Neste capítulo é apresentado o enquadramento da dissertação, bem como os objetivos do presente projeto. É também apresentada a metodologia de investigação adotada e a estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento

No século XXI as empresas foram confrontadas com o aumento das exigências por parte dos clientes quanto a produzirem produtos e serviços inovadores com qualidade, reduzindo o desperdício, com um menor custo e num curto período de tempo (Jasti & Kodali, 2014).

Algumas empresas enfrentaram desafios provenientes da falta de compreensão em relação às alterações na mentalidade dos clientes e nas práticas de custos, pelo que se tornou necessário recorrerem a novas ferramentas e métodos para continuar a progredir diante do cenário deste novo mercado. Para superar essa situação e se tornarem mais lucrativas, muitas empresas adotaram o paradigma *Lean* (Bhamu & Sangwan, 2014). Esta abordagem teve como grande impulsionador o principal responsável pelo *Toyota Production System* (TPS), Taiichi Ohno (Ohno, 1988).

Em 1990, Womack, Jones e Roos no livro “*The Machine that Changed the World*” divulgam amplamente o conceito *Lean*, partindo do estudo do modelo TPS e contrapondo-o com o modelo de produção em massa que era dominante na época. Evidenciando, também, como a filosofia *Lean* pode ser aplicada em várias indústrias em todo o mundo (Womack et al., 1990).

O *Lean* garante a eficiência e a redução dos custos através da racionalização de recursos e eliminação de atividades que não agregam valor e de desperdícios. Estes desperdícios foram classificados por Ohno em sete categorias, produção excessiva, esperas, transportes, processamento excessivo, inventário, movimentos e defeitos, tendo sido, posteriormente, identificado um oitavo desperdício, o não aproveitamento do potencial humano (Womack & Jones, 2003).

Os cinco princípios para correta implementação do *Lean* são identificar valor, identificar fluxo de valor, criar fluxo contínuo, implementar produção puxada pelo cliente e procurar constantemente a perfeição (Womack & Jones, 2003).

A indústria automóvel caracteriza-se por um ambiente competitivo e tem vindo a enfrentar desafios, como a necessidade de reduzir custos, melhorar a qualidade dos produtos e responder rapidamente às mudanças da procura do mercado. Com o intuito de superar estes desafios, e para permanecerem competitivas e sustentáveis, as empresas têm vindo a investir na melhoria contínua dos seus processos produtivos, utilizando os princípios e ferramentas de apoio ao pensamento *Lean*.

O presente projeto de dissertação, realizado num Centro de Testes e Avaliação da Continental, foca-se na melhoria do processo de testagem de pneus através da utilização da máquina de *shearografia*, aplicando conceitos e ferramentas *Lean*, de Mapeamento de Processos e de Estudo de Trabalho. O projeto visa também a implementação de um sistema de armazenamento dos componentes necessários à testagem dos pneus aplicando o programa 5S e Gestão Visual. Foram, ainda, implementadas metodologias de forma a melhorar a comunicação entre a equipa.

Este projeto pretende contribuir para a melhoria do processo produtivo do Centro de Testes e Avaliação da Continental, estabelecendo uma base para a melhoria contínua.

1.2. Objetivos

O objetivo geral desta dissertação é melhorar o desempenho do Centro de Testes e Avaliação da Continental. Para alcançar este propósito, um dos objetivos é determinar o número de trabalhadores necessários para satisfazer a procura diária do Centro de Testes e Avaliação e propor um novo *layout* do mesmo. Pretende-se diminuir os desperdícios, relacionados com as classes de movimentação e transporte, de forma a melhorar a eficiência relacionada com a utilização da mão de obra. Paralelamente procura-se melhorar o fluxo produtivo e diminuir a variabilidade nos processos.

A normalização dos procedimentos é igualmente um dos objetivos a alcançar através da aplicação de ferramentas de gestão visual, bem como a utilização de ferramentas associadas à metodologia *Agile*, com vista a melhorar a comunicação e a colaboração entre turnos e equipa.

Por fim, outro objetivo, consiste em definir e implementar uma nova área de armazenamento dos componentes necessários à produção, gerida por *Kanbans*.

1.3. Metodologia de investigação

O primeiro passo para a escrita da dissertação passa por realizar uma pesquisa criteriosa em diversas fontes bibliográficas incluindo artigos científicos, livros, teses e relatórios, entre outros, sobre *Lean Thinking*, os seus princípios e as técnicas e ferramentas que mais se adequam para o projeto em estudo. Após essa pesquisa, realiza-se um levantamento das informações consideradas importantes para ampliar o conhecimento sobre o tema, permitindo uma exploração mais detalhada durante o projeto.

Em simultâneo, é adotada uma metodologia de *Action-Research*. Este método utiliza uma abordagem científica para estudar a resolução de problemas com o envolvimento direto entre o investigador e os membros da organização que lidam diretamente com estes problemas.

Esta metodologia é um processo cíclico, que apresenta os seguintes passos:

- Recolher informação – A recolha de informação é realizada através do envolvimento ativo no dia a dia dos processos organizacionais relacionados com o projeto. A recolha é feita através da observação das equipas a trabalhar e a resolver problemas e também através das intervenções que são realizadas com o avanço do projeto.
- Obter *feedback* da informação – Depois de recolhida a informação, esta é disponibilizada para prosseguir para análise.
- Analisar a informação – Este passo é colaborativo, é realizado conjuntamente com o cliente, uma vez que o cliente conhece melhor a organização, sabe o que poderá resultar e irá levar a cabo a implementação do plano de ação.
- Planear ação corretiva – É também um passo colaborativo, onde é realizado o plano de ação.
- Implementar plano de ação – O cliente implementa o plano realizado. São feitas as mudanças desejadas e o plano é seguido em colaboração com pessoas chave da organização.
- Avaliar resultados – Envolve a reflexão dos resultados do plano de ação, tanto os desejados como os indesejados e é realizada uma revisão do processo de forma que o próximo ciclo possa beneficiar desta experiência.

O *Action-Research* é uma pesquisa continua com ação. O objetivo é tornar essa ação mais eficaz enquanto simultaneamente se constrói o conhecimento científico. (Coughlan & Coghlan, 2002).

1.4. Estrutura da dissertação

A presente dissertação é composta por sete capítulos. No primeiro capítulo encontra-se a introdução do projeto, onde são apresentados a motivação para a realização do mesmo, bem como os objetivos e a metodologia a seguir. No segundo capítulo, é realizada uma revisão bibliográfica sobre temas e conceitos abordados ao longo da dissertação, e que servem de base ao tema do problema proposto. São também analisadas as várias metodologias associadas ao *Lean Thinking*, e o estudo do trabalho. No terceiro capítulo, é apresentada a empresa onde o projeto foi desenvolvido, assim como, os seus processos. No quarto capítulo, é realizada uma análise mais pormenorizada do processo de trabalho atual do Centro de Testes e Avaliação, quer através do mapeamento simples do processo, com recurso à notação BPMN, quer através do Mapeamento da Cadeia de Valor (VSM), e ainda através da aplicação de ferramentas de diagnóstico, como o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

Seguidamente, as ações de melhoria são apresentadas no quinto capítulo. Neste capítulo são descritas as propostas consideradas importantes e conformes com as necessidades das situações destacadas na análise crítica. No sexto capítulo, é apresentada uma análise e discussão dos resultados, tanto dos implementados como dos estimados, que se devem a não ter sido possível a implementação das melhorias propostas por motivos externos ao âmbito deste projeto, e é também apresentada a comparação com estado inicial e as melhorias provenientes da aplicação do projeto. Por fim, o sétimo capítulo apresenta as considerações finais e sugestões de trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresenta-se a revisão bibliográfica sobre os principais conceitos teóricos que suportam esta dissertação. Inicialmente, é abordado o conceito de Filosofia *Lean*, a sua origem enquadramento, e, ainda, o conceito de *Toyota Production System* (TPS). Seguidamente, são apresentados os princípios e as classes dos desperdícios da Filosofia *Lean* e também ferramentas de melhoria usadas neste contexto. Por fim, são abordados temas de mapeamento de processo e estudo do trabalho.

2.1. Filosofia *Lean*

2.1.1. Origem e enquadramento

A origem difundida do *Lean Thinking* remonta ao Sistema de Produção da Toyota e às numerosas imitações utilizadas por fabricantes ao redor do mundo (Shah & Ward, 2003).

O conceito de *Lean Thinking* teve a sua origem no Japão após a segunda guerra mundial, quando os fabricantes japoneses enfrentaram grande escassez de materiais, recursos financeiros e humanos. Foi constatado, por estes, que os fabricantes de automóveis americanos, naquela época, superavam em cerca de dez vezes o número de fabrico dos automóveis japoneses. Assim, Kiichiro Toyoda, Shigeo Shingo e Taiichi Ohno juntaram-se e criaram um novo sistema disciplinado e orientado para processos. Este sistema, designado por *Toyota Production System*, tinha como objetivo identificar as principais fontes de desperdício e eliminá-las (Abdulmalek & Rajgopal, 2007). A Toyota passou, então, a produzir automóveis com menos inventário, menos esforço humano, investimentos e defeitos e, ao mesmo tempo, introduziu uma variedade crescente e ampliada de produtos (Bhamu & Sangwan, 2014).

Em 1996, James Womack e Daniel Jones usam pela primeira vez a designação *Lean Thinking*. Este termo refere-se à filosofia de liderança e gestão cujo objetivo é a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor (Pinto, 2009).

Segundo Hines et al. (2004) a diferença entre *Lean Thinking*, nível estratégico/filosófico, e *Lean Production*, nível operacional/técnico, é crucial para compreender o *Lean* como um todo, permitindo assim a aplicação das ferramentas e estratégias mais adequadas para fornecer valor ao cliente. Há, no entanto, um consenso generalizado de que adotar uma abordagem *Lean* é mais vantajoso.

O *Lean* é geralmente descrito a partir de dois pontos de vista:

- De uma perspetiva filosófica que se encontra relacionada com os princípios orientadores e as metas abrangentes. O termo *Lean* refere-se a um sistema que utiliza menos, em termos de

todos os inputs, que visa obter os mesmos resultados produzidos por um sistema tradicional de produção em massa, ao mesmo tempo que oferece maior variedade para o cliente final (Womack & Jones, 2003). *Lean* é um processo dinâmico de mudança impulsionado por um conjunto sistemático de princípios e melhores práticas voltados para a melhoria contínua. O *Lean* combina as melhores características tanto da produção em massa como da produção artesanal (Womack et al., 1990).

- De uma perspectiva prática, como um conjunto de práticas de gestão, ferramentas ou técnicas que podem ser observadas diretamente, *Lean* pode, também, ser definido como uma abordagem para entregar o máximo valor ao cliente, eliminando desperdícios por meio de processos e envolvimento eficaz dos trabalhadores no processo de produção. O *Lean* tornou-se um sistema integrado composto por elementos altamente inter-relacionados e uma ampla variedade de práticas de gestão, incluindo *Just-in-Time* (JIT), sistemas de qualidade, equipas de trabalho, *cellular manufacturing*, entre outros (Shah & Ward, 2003).

Shah & Ward (2003) defendem que *Lean* não pode ser definido através de um único conceito. Que não é apenas caracterizado pelos seus princípios orientadores, eliminação de desperdícios ou melhoria contínua, nem pelos seus componentes subjacentes como o Just-in-time (JIT), produção puxada, *Kanban* ou envolvimento dos trabalhadores, o *Lean* é um conceito multifacetado. Este conceito abrange características filosóficas que muitas vezes são difíceis de medir diretamente e relativamente às ferramentas que são utilizadas para medir a sua aplicação, mesmo quando associadas a um único componente, fornecem apoio mútuo a outros componentes.

A implementação do *Lean* traz benefícios quantitativos como a melhoria do *lead time*, do tempo de processamento, do tempo de ciclo, do tempo de *set up*, do inventário, defeitos e excedentes e capacidade geral dos equipamentos. Traz também benefícios qualitativos, incluindo, a melhoria da segurança, a melhoria da moral dos trabalhadores, da eficácia de comunicação, da satisfação com o trabalho e tomadas de decisão em equipa (Bhamu & Sangwan, 2014).

2.1.2. *Toyota Production System* e os seus pilares

Como referido anteriormente, o TPS é uma filosofia de produção desenvolvida no Japão no período pós-Segunda Guerra Mundial, tendo passado por um processo de evolução contínuo dentro da Toyota ao longo de várias décadas. Este sistema é amplamente conhecido como exemplo de aplicação de

processos *Lean*, sendo consolidado como um modelo de produção competitiva a nível mundial (Liker & Morgan, 2006).

O TPS não é meramente um conjunto de ferramentas que resultam em operações mais eficientes, mas sim um sistema de produção sofisticado no qual todas as partes contribuem para um todo. O TPS concentra-se em apoiar e incentivar as pessoas a promover a melhoria contínua dos processos nos quais estão envolvidos (Liker, 2004).

Os fundamentos teóricos e práticas que sustentam o TPS são representados no modelo conhecido como Casa TPS (Figura 1) que se tornou um ícone cultural no campo da produção. O objetivo é demonstrar que o TPS opera de forma eficaz apenas quando todas as partes trabalham em conjunto (Liker & Morgan, 2006). A Casa TPS é representada na forma de uma casa, pois é um sistema estrutural. Desta forma, pretende-se demonstrar que a casa é forte se todas as partes envolvidas, telhado, pilares e fundação, forem fortes e que um elo fraco irá enfraquecer o sistema (Liker, 2004).

A Casa TPS está estruturada em três componentes principais: as fundações, na parte inferior, os pilares, no meio, que representam as atividades principais e, o topo do telhado que ilustra os objetivos do sistema de produção Toyota, como podemos verificar na Figura 1 (Fritze, 2016).



Figura 1 - Casa TPS (retirado de Liker and Morgan (2006))

Os objetivos do TPS estão representados no telhado da casa, e são a melhoria da qualidade, redução de custos e diminuição do tempo de entrega, obtenção de mais segurança e motivação dos trabalhadores. A eliminação de todos os tipos de desperdício reflete-se na melhoria do fluxo produtivo, permitindo alcançar estes objetivos (Liker & Morgan, 2006).

A eliminação de desperdícios é sustentada por dois pilares essenciais: *Just-in-Time* e *Jidoka*. O primeiro pilar, a produção JIT, tem como objetivo assegurar a disponibilidade dos componentes e materiais

adequados, no local exato, na quantidade correta e no momento certo. Mediante um fluxo contínuo de materiais e informações, aliado à redução dos níveis de inventário ao longo da cadeia de valor, pretende-se uma produção altamente orientada para o mercado e para as necessidades do cliente (Fritze, 2016). O segundo pilar, *Jidoka*, também conhecido como *autonomation*, é um conceito mais complexo e menos conhecido. Este conceito envolve a utilização de máquinas inteligentes capazes de identificar defeitos na produção, interrompendo o processo e destacando as causas do problema de forma que sejam resolvidos num curto período de tempo. O objetivo é interromper o problema na origem, de forma a impedir a propagação do defeito ao longo de todo o processo (Liker & Morgan, 2006), desta forma é possível, mediante a eliminação da causa raiz dos defeitos, alcançar uma melhoria na qualidade (Fritze, 2016).

Para possibilitar a implementação dos sistemas JIT e garantir que o sistema esteja constantemente ajustado para a correção de problemas, é essencial que a fundação da casa ofereça estabilidade geral (Liker & Morgan, 2006). *Heijunka*, significa nivelamento, visa nivelar a produção em termos de volume e variedade, permitindo manter um inventário mínimo e garantir um sistema estável. Além disso, outras filosofias podem ser adicionadas à fundação, como o respeito pelas pessoas. A eliminação de desperdícios não deve resultar na criação de práticas stressantes e inseguras para os trabalhadores (Liker, 2004).

No centro da casa encontram-se as pessoas, com o objetivo de promover a melhoria contínua e alcançar a estabilidade necessária nas operações. Essas pessoas devem ser capazes de identificar desperdícios e resolver problemas, assegurando que a resolução ocorra no local onde os problemas surgem, questionando-se frequentemente qual a causa do problema (Liker, 2004).

2.1.3. Princípios *Lean Thinking*

Os princípios são linhas orientadoras que têm o objetivo de modelarem os comportamentos e de ajudarem a selecionar as soluções e ferramentas que melhor se alinham com a filosofia da empresa (Carvalho & Sousa, 2021).

Os princípios bases da filosofia *Lean*, referidos anteriormente são: a identificação do valor para o cliente, a identificação do fluxo de valor, a criação de fluxo contínuo da produção, a implementação da produção puxada e a procura da perfeição, reduzindo a zero todas as formas de desperdício no sistema de produção (Hines et al., 2004). De seguida, são apresentados os princípios *Lean*, acompanhados da sua respetiva descrição.

Identificar valor

O valor só pode ser definido pelo cliente e é criado pelo produtor. Só é significativo quando é expresso em termos de um produto específico, serviço ou combinação de ambos, que atenda às necessidades do cliente a um preço e momento específico (Womack & Jones, 2003).

Não se pode assumir o valor do produto como sendo o seu custo total, dado que muitos dos custos parciais podem incluir operações que o cliente não valoriza (Carvalho & Sousa, 2021).

Identificar fluxo de valor

O fluxo de valor engloba todas as atividades necessárias para a produção e entrega de um produto, desde o design até à entrega do produto final. Estas atividades podem ser classificadas como atividades que acrescentam valor, atividades que não acrescentam valor, mas que são necessárias ao processo e atividades que, pura e simplesmente, não acrescentam valor, nem são necessárias ao processo (Womack & Jones, 2003).

Criar fluxo contínuo

Uma vez identificadas as atividades necessárias ao processo, mapeado o fluxo de valor dos produtos e eliminadas as etapas desnecessárias, é essencial criar um fluxo contínuo para o processo (Womack & Jones, 2003). O objetivo deste princípio é garantir que, na produção, todos os materiais, componentes e produtos avancem na direção do produto final com o mínimo possível de interrupções (Carvalho & Sousa, 2021).

Implementar a produção puxada pelo cliente

Em termos simples, o conceito de implementar a produção puxada pelo cliente implica que nenhuma entidade a montante deve produzir um bem ou serviço até que haja uma solicitação por parte do cliente a jusante (Hines, 2010). É possível garantir um melhor desempenho da produção se as decisões de avançar itens ao longo das diversas etapas do processo forem orientadas pela procura (Carvalho & Sousa, 2021).

Procurar constantemente a perfeição

Segundo Womack & Jones (2003), após a implementação dos quatro princípios anteriores “de repente a perfeição não parece uma ideia louca”. O objetivo final é a melhoria contínua (Carvalho & Sousa, 2021). Carvalho & Sousa (2021) defendem, ainda, que este princípio está relacionado com fatores humanos, de gestão e cultura. A utilização plena das capacidades dos trabalhadores equivale a tratá-los

como seres humanos e com consideração, tendo em conta a eliminação dos desperdícios de movimentos sem valor acrescentado, consideração pela segurança dos trabalhadores e a exposição das capacidades dos mesmos, promovendo o uso do potencial humano.

2.1.4. Classes de desperdícios

O desperdício é frequentemente descrito como uma atividade que não acrescenta valor ao produto, que também pode ser traduzido como ações realizadas na empresa pelas quais o cliente não está disposto a pagar (Pienkowski, 2014).

Para a gestão empresarial japonesa os três Mu's, Mura, Muri e Muda (Figura 2), definem a compreensão de desperdício e estão fortemente conectados entre si (Pienkowski, 2014).

Mura

Mura significa variação ou irregularidade. Refere-se à variabilidade ou inconsistência em períodos de produção, da ocupação dos recursos humanos, da conformidade dos produtos, entre outros (Carvalho & Sousa, 2021).

Muri

Muri significa sobrecarga, está associada ao desperdício de sobrecarregar equipamentos, instalações ou recursos humanos além da sua capacidade. A sobrecarga coloca trabalhadores e máquinas sob *stress* desnecessário, reduzindo sua capacidade de desempenho (Pienkowski, 2014). Muri também pode ser identificado como insuficiência, podendo ser eliminado através da uniformização do trabalho, tornando os processos mais previsíveis, estáveis e controláveis (Pinto, 2009).

Muda

Muda é um termo que significa desperdício ou inutilidade, especialmente relacionada com atividades desnecessárias e que, como tal, devem ser reduzidas ou eliminadas. Este desperdício é caracterizado pela utilização ineficaz de tempo, dinheiro e recursos, sem acrescentar valor para o cliente (Pienkowski, 2014).

Minimizando Mura, Muri e Muda, pretende-se chegar a uma condição onde a capacidade e a carga sejam iguais. Uma forma de diminuir as perdas para a empresa é conseguir fazer com que exista o número necessário de pessoas, processos, materiais e tecnologia para produzir a quantidade certa do produto para entregar a tempo ao cliente (Pinto, 2009).

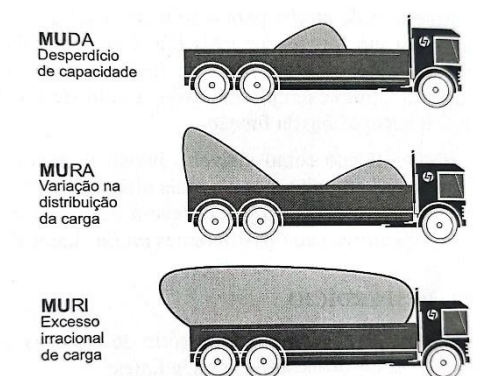


Figura 2 - Os 3 Mu's (retirado de Pinto (2009))

Segundo Ohno, o desperdício, Muda, está classificado em sete classes, sendo elas, excesso de produção, tempos de espera, transporte, inventário desnecessário, processos desadequados, defeitos e movimentos desnecessários (Bhamu & Sangwan, 2014), designadamente:

- **Produção excessiva:** Das sete classes, este é a mais penalizante. Produzir itens mais cedo ou em maior quantidade do que o necessário, gera consequências de excesso de produção ou desperdícios. Designadamente ocupação desnecessária de recursos e de consumos de materiais e energia, ausência de flexibilidade no planeamento (Pinto, 2009), e custos de armazenamento e transporte devido ao aumento de stocks (Liker & Meier, 2005)
- **Esperas:** Referem-se ao tempo despendido por pessoas ou equipamentos enquanto aguardam pelo próximo passo do processo, abastecimentos, ferramentas, peças, entre outros (Liker & Meier, 2005).
- **Transportes:** Transporte é ter de mover, com máquinas, materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do armazenamento ou entre processos (Liker & Meier, 2005). Os sistemas de transporte ocupam espaços na fábrica, aumentam custos, tempo de fabrico e podem levar a danos nos produtos (Pinto, 2009).
- **Processamento excessivo:** Este desperdício está relacionado com operações e processos desnecessários ou incorretos (Pinto, 2009). Estes advêm de processar de forma ineficiente devido ao mau design de ferramentas e produtos, causando movimentos desnecessários e produzindo defeitos (Liker & Meier, 2005).

- **Inventário:** O inventário refere-se à acumulação de materiais que permanecem retidos por um determinado período, tanto dentro quanto fora da fábrica (Pinto, 2009). Este desperdício resulta de desequilíbrios na produção, problemas nas entregas dos fornecedores, tempos de inatividade dos equipamentos (Liker & Meier, 2005), *layouts* ineficientes, elevados tempos de troca de ferramentas, existência de gargalos nos processos e antecipação da produção (Pinto, 2009). O excesso de inventário pode ocasionar diversos problemas, tais como prazos de entrega mais longos, custos acrescidos de transporte e armazenamento, e ainda mercadorias danificadas ou obsoletas devido ao prolongado tempo de armazenagem (Liker & Meier, 2005).
- **Movimentos:** Trata-se de movimentos desnecessários para a execução da operação (Pinto, 2009), os quais podem incluir alcançar, procurar ou empilhar peças ou ferramentas, assim como caminhar (Liker & Meier, 2005). As causas mais comuns desses movimentos desnecessários são operações isoladas, *layout* inadequado do ambiente de trabalho, instabilidade nas operações, bem como falta de motivação e formação dos trabalhadores (Pinto, 2009).
- **Defeitos:** Defeitos e problemas de qualidade estão associados à produção de peças defeituosas e à correção desses defeitos. Isso resulta em retrabalho, sucata, tempo e esforço desperdiçados (Liker & Meier, 2005), além de custos adicionais de inspeção (Pinto, 2009).

Atualmente é considerado um oitavo tipo de desperdício a não utilização do potencial humano. A ausência de envolvimento e consideração pelas opiniões dos trabalhadores conduz à perda de tempo, ideias, competências, melhorias e oportunidades de aprendizagem. Este cenário representa um desperdício de recursos intelectuais e criativos (Liker & Meier, 2005).

2.2. Ferramentas de melhoria usadas em contexto *Lean*

2.2.1. Programa 5S

O Programa 5S é um método usado para organizar e melhorar a qualidade do ambiente de trabalho (Singh & Kumar, 2021), tornando os espaços de trabalho mais eficazes, eficientes e seguros. O Programa 5S foi desenvolvido no Japão e envolve cinco fases cujas designações começam com o som “S”, como demonstrado na Figura 3 e de seguida explanado (Carvalho & Sousa, 2021):

- **Seiri** (Triagem) – Separar o útil do inútil (Pinto, 2009). Identificar e retirar todos os itens não necessários do posto de trabalho (Carvalho & Sousa, 2021).

- **Seiton** (Organização) – Dispor todos os itens essenciais em lugares apropriados para facilitar a sua localização (Carvalho & Sousa, 2021). Colocar os itens de uso mais frequente ao alcance imediato, identificar cada item no seu respetivo lugar com etiquetas (ajudas visuais) e garantir que permanece no respetivo lugar (Pinto, 2009).
- **Seiso** (Limpar) – Proceder à limpeza e inspeção dos postos de trabalho e das suas áreas envolventes, definindo para tal normas de limpeza para cada zona do posto de trabalho (Pinto, 2009).
- **Seiketsu** (Normalizar) – Criar normas para manter o posto de trabalho limpo e organizado (Carvalho & Sousa, 2021). Deverão ser identificadas ajudas visuais e procedimentos e aplicadas normas de arrumação, de limpeza e organização que funcionem (Pinto, 2009).
- **Shitsuke** (Disciplinar) – Praticar os princípios de organização, sistematização e limpeza. Procurar fazer sempre bem à primeira e verificar que as fases anteriores estão a ser corretamente realizadas (Pinto, 2009).

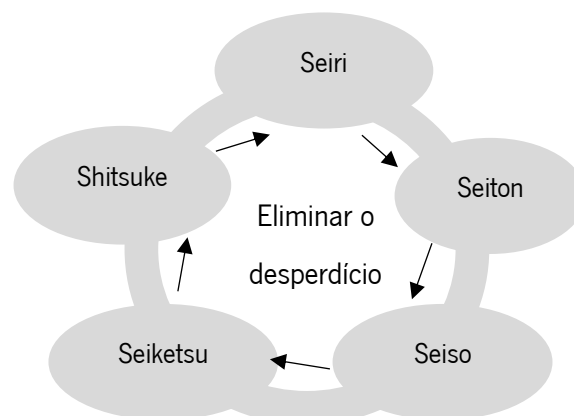


Figura 3 - Os 5S (adaptado de Pinto (2009))

As vantagens do Programa 5S não se limitam apenas à organização, abrangem também a qualidade, segurança e higiene. Entre os seus principais benefícios destacam-se a redução do desperdício, de tempo e espaço (Oliveira et al., 2017).

2.2.2. Gestão visual

A gestão visual é considerada por Liker & Meier (2005) como o passo mais importante no processo de padronização, mas normalmente o mais menosprezado. Tem como propósito definir o estado padrão desejado (Liker & Meier, 2005), e é normalmente definida como comunicação sem palavras nem voz, utilizando meios de comunicação rápidos e intuitivos. Esta ferramenta, uma vez utilizada eficazmente, permite melhorar a eficiência dos processos (Oliveira et al., 2017).

A gestão visual, também referida como controlo visual, deve ser aplicada de maneira a fornecer ao trabalhador a informação da forma mais simplificada possível, sem espaço para dúvidas e hesitações. Deve simplificar os processos e diminuir a dependência de sistemas informáticos e procedimentos formais, tornando os elementos visíveis, lógicos e intuitivos. Pretende-se, assim, facilitar a comunicação e disponibilização de informações necessárias ao processo (Pinto, 2009).

2.2.3. Trabalho normalizado

O trabalho normalizado, também designado por *standard work*, é uma ferramenta Lean destinada a estabelecer um método de trabalho eficiente e consistente para a realização de uma série de tarefas específicas (Monden, 1998). A implementação da normalização facilita a padronização dos processos, contribuindo para a redução da variabilidade e dos desperdícios, enquanto promove melhorias na qualidade e na segurança (Kasul & Motwani, 1997). Segundo Liker (2004), a normalização constitui um elemento central da melhoria contínua.

Ohno (1988) defende que o trabalho normalizado seja estruturado em três elementos fundamentais: o tempo de ciclo, que define o tempo padrão necessário para a produção de um produto, a sequência de trabalho, que determina a ordem ideal das atividades para garantir a execução eficiente das tarefas; e o inventário, que especifica a quantidade mínima de materiais necessária para assegurar a continuidade do fluxo de produção.

A criação de um padrão contribui para uma melhor perceção da sequência de atividades e facilita a compreensão e o modo de execução de cada tarefa (Feng & Ballard, 2008). Para tal, o desenvolvimento do padrão deve ser realizado em colaboração com os trabalhadores diretamente envolvidos, de forma a identificar problemas existentes e propor melhorias eficazes (Arezes et al., 2010). Este processo também assegura uma execução uniforme por parte de todos os trabalhadores, independentemente das circunstâncias diárias (Pinto, 2009).

Além disso, a padronização dos processos tem um impacto positivo na comunicação interna e na formação de novos trabalhadores. A existência de instruções claras e concisas facilita uma rápida adaptação ao ambiente de trabalho (Míkva et al., 2016). A aplicação do trabalho normalizado permite, assim, aumentar a produtividade, reduzir custos e minimizar erros, assegurando simultaneamente maior qualidade e consistência nos produtos e serviços (Spear & Bowen, 1999).

2.2.4. Overall Equipment Effectiveness

Os *Key Performance Indicators* (KPI), Indicadores-Chave de Desempenho, são ferramentas modernas que permitem manter um nível elevado do desempenho da produção (Kaganski et al., 2017), sendo utilizadas para monitorizar este mesmo desempenho e melhorias aplicadas ao processo (Lindberg et al., 2015).

Os KPI são métricas que auxiliam na gestão de processos e devem ser adaptadas às necessidades de cada empresa (Kaganski et al., 2017), refletindo os objetivos estratégicos da mesma (Aalst, 2013). Estas medições devem ser realizadas em tempo real (Kaganski et al., 2017), fornecendo informações sobre o desempenho de diferentes áreas como, energia, matéria-prima, controlo e operação, manutenção, planeamento e programação, qualidade do produto, stocks, segurança, entre outras (Lindberg et al., 2015).

Os diferentes KPI permitem identificar gargalos nos processos, avaliar a eficiência dos trabalhadores e capacidades das máquinas, definir metas mais elevadas e determinar como alcançá-las. Este processo é viabilizado através da monitorização e acompanhamento contínuo dos indicadores. É também possível identificar problemas de desempenho do processo e definir os passos para a resolução dos mesmos, através da comparação da situação atual com as metas definidas pela empresa (Kaganski et al., 2017).

O OEE, em português Eficácia Geral dos Equipamentos, surgiu com o *Total Productive Maintenance* (TPM), pelas mãos do Seiichi Nakajima, como técnica de medição que permite isolar os problemas e identificar potenciais projetos de melhoria (Nakajima, 1988). O OEE é um indicador que avalia o desempenho dos equipamentos e fornece informações essenciais para a melhoria da produtividade (Oliveira et al., 2017).

Segundo Nakajima (1988), o OEE é calculado com base em três fatores: disponibilidade, velocidade e qualidade, como podemos verificar na equação:

$$OEE = Disponibilidade \times Velocidade \times Qualidade$$

A disponibilidade do equipamento é calculada na equação seguinte, através do rácio entre a quantidade de tempo que a ferramenta é capaz de produzir produtos de qualidade e o tempo total que ela poderia estar a funcionar.

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo de turno} - \text{Paragens planeadas} - \text{Paragens não planeadas}}{\text{Tempo turno} - \text{Paragens planeadas}}$$

Relativamente à velocidade, esta é dada pelo rácio entre o tempo de utilização da máquina e a quantidade de tempo que a ferramenta é capaz de produzir:

$$Velocidade = \frac{\text{Tempo de ciclo ideal} \times \text{Peças produzidas}}{\text{Tempo turno} - \text{Paragens planeadas} - \text{Paragens não planeadas}}$$

Por sua vez, a qualidade calcula a percentagem de peças produzidas com qualidade, através da equação:

$$Qualidade = \frac{\text{Quantidade de produtos produzidos sem defeitos}}{\text{Quantidade de produtos produzidos}}$$

De acordo com Nakajima (1988), a eficácia dos equipamentos é limitada por seis tipos de perdas. Na Tabela 1 estão representadas este tipo de perdas.

Tabela 1 - Tipo de perdas OEE

Tipo de perdas OEE	As 6 grandes perdas	Exemplos
Disponibilidade	Avarias	Falhas nas ferramentas e equipamentos; Manutenção não planeada; Avarias.
	Mudanças de ferramentas e afinações	Mudança de ferramentas; Preparação de máquinas; Faltas de material e trabalhador; Arranque do equipamento.
Velocidade	Pequenas Paragens	Obstrução no fluxo do produto; Encravamento de componentes; Falhas na alimentação; Sensores bloqueados; Limpezas ou verificações.
	Velocidade reduzida	Produção de forma grosseira; Cadência abaixo da capacidade da máquina; Equipamento com desgaste; Ineficiência do trabalhador.
Qualidade	Rejeições durante o arranque	Sucata; Defeitos recuperáveis; Obsolescência; Montagem incorreta.
	Rejeições na produção	Sucata; Defeitos recuperáveis; Obsolescência; Montagem incorreta.

O OEE pode ser utilizado como um indicador da fiabilidade da rede de produção. Uma comparação entre as medidas de OEE esperadas e atuais fornece dados para melhorar a política de manutenção e promover melhorias contínuas no sistema de produção (Oliveira et al., 2017).

2.2.5. Diagrama de Esparguete

Para complementar o mapeamento da cadeia de valor, é conveniente a utilização da ferramenta Diagrama de Esparguete. Este diagrama é uma representação gráfica do percurso realizado por um produto específico ao longo da cadeia de valor numa organização de produção em massa. Este nome deriva da semelhança do trajeto do produto com a aparência de um prato de espaguete (Womack & Jones, 2003). Carvalho & Sousa (2021) enfatizam que o diagrama de esparguete é criado traçando uma linha na planta de uma unidade de produção para representar as movimentações de um ou mais trabalhadores durante um determinado período de tempo, tendo como objetivo verificar claramente a incidência das movimentações.

Para Hines et al. (2002), este diagrama é uma ferramenta que representa o fluxo de informações e atividades físicas dentro de um ambiente de trabalho. Esta ferramenta apresenta várias vantagens significativas. Proporciona uma visualização clara dos locais onde ocorrem as atividades, da complexidade do fluxo e da extensão das deslocações realizadas pelos produtos, trabalhadores e informações. Desta forma, permite identificar e eliminar movimentos ineficientes, através da melhoria dos processos e da redefinição de *layout*, e possíveis gargalos no processo (Hines et al., 2002).

2.3. Mapeamento de Processos

Como referido anteriormente, atividades consideradas desperdício devem ser eliminadas. Uma forma de identificar estas atividades é através da utilização de ferramentas de mapeamento de processos (Abreu et al., 2017).

As ferramentas de mapeamento de processos permitem a representação formal das atividades realizadas numa organização, sendo amplamente adotadas por analistas de negócios e gestores com o propósito de analisar, monitorizar e racionalizar o fluxo de trabalho (Abreu et al., 2017).

As ferramentas de mapeamento de processos proporcionam uma visão abrangente e estruturada, considerando as principais atividades realizadas, as interconexões, os fluxos de informação e as restrições existentes. A representação gráfica do processo permite fornecer uma compreensão precisa

do mesmo, a análise do seu estado atual e identificar fragilidades, pontos fortes e oportunidades de melhoria, destacando a diferença entre a execução atual do processo e a sua versão ideal (Abreu et al., 2017).

Adicionalmente, estas ferramentas seguem uma abordagem humana, focada na identificação de desperdícios e na identificação das atividades que agregam valor, constituindo uma base sólida para o planeamento e implementação de iniciativas de melhoria contínua (Abreu et al., 2017).

2.3.1. BPM Notation

Nos últimos anos, identificou-se a necessidade de uma linguagem de modelação para processos de negócio que seja simultaneamente expressiva, formal e perceptível para todos os utilizadores. Nesse sentido, a *BPM Notation - BPMN*, em português Notação de Modelagem de Processo de Negócio, consolidou-se como principal padrão para linguagens de modelação de processos de negócios e fluxo de trabalho (Chinosi & Trombetta, 2012).

A BPMN foi desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma notação padrão à qual todos os envolvidos tivessem acesso, desde o analista que cria os primeiros esboços dos processos, passando pelo técnico responsável por implementar as ações que farão com que seja possível executar os processos, até aos responsáveis por gerir e monitorizar esses processos (White, 2004).

Segundo Mili et al. (2010), os proponentes desta notação previram que três tipos de modelos de processos de negócios poderiam ser representados pelo BPMN:

Processos de negócios privados

O modelo representa processos internos a uma organização. Podem ser implementados por um sistema de gestão de fluxos de trabalho.

Processos de negócios abstratos públicos

Este modelo representa pontos de interação entre um processo interno de uma organização e o mundo exterior. Também demonstra como a interface pública de um processo interno é evidenciada pelas mensagens que o iniciam, mostrando como o processo se conecta e interage com sistemas externos através dessas comunicações.

Processos de colaboração

Representa as interações entre duas ou mais organizações ou entidades de negócio, tendo cada uma o seu próprio processo interno.

Com a BPMN, os processos de negócios são representados em diagramas de processos de negócios (*Business Process Diagram – BPD*) que se baseiam em diagramas simples e familiares para todos os envolvidos como, por exemplo, o fluxograma. A utilização da BPMN organiza os aspetos gráficos da notação em categorias específicas que possibilitam desenvolver um mecanismo simples para criar o BPD e, ao mesmo tempo, lidar com a complexidade inerente aos processos de negócio (White, 2004).

O resultado é um conjunto de categorias de notação que facilita a identificação dos tipos básicos de elementos e a compreensão do diagrama, embora exista a possibilidade de adicionar informações e variações, dentro das categorias básicas de elementos, que permitem suportar os requisitos de complexidade sem mudar drasticamente a aparência básica do diagrama (White, 2004). As quatro categorias básicas de elementos encontram-se no Anexo 1.

2.3.2. SIPOC

O acrónimo SIPOC provém dos termos em inglês *Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Customers* e é uma ferramenta que fornece o mapeamento, a nível macro, do processo e dos seus principais componentes (Stevens, 1996).

O SIPOC é utilizado para mapear e compreender o fluxo de um processo, bem como definir os seus limites e elementos críticos (Gupta, 2013). É uma ferramenta versátil que se foca no planeamento de melhorias de processos, recorrendo a metodologias associadas ao *Lean* e ao *Lean Six Sigma* (George, 2003). Para isso, é necessário identificar claramente os seguintes elementos:

- **Suppliers** (Fornecedores) – fornecem recursos necessários para o processo, podem ser internos ou externos à empresa;
- **Inputs** (Entradas) – todos os recursos utilizados no processo: materiais, informações, entre outros;
- **Process** (Processo) – as etapas mais relevantes do processo que transformam entradas em saídas;
- **Outputs** (Saídas) – Todos os produtos, serviços ou informações gerados pelo processo;

- **Customers** (Clientes) – Os clientes podem ser internos ou externos e são aqueles que recebem as saídas do processo.

Para desenvolver este diagrama SIPOC, é necessário seguir uma sequência. Segundo Pyzdek (2014), inicialmente, define-se o processo macro com quatro a seis momentos importantes. Em seguida, analisa-se o processo e começa-se a preencher o diagrama da direita para a esquerda, começando por identificar as saídas e clientes, seguido de verificar as entradas necessárias ao processo para as saídas pretendidas, e identificar os fornecedores das mesmas. O último passo consiste na revisão do processo.

Utilizar o SIPOC juntamente com ferramentas de mapeamento do processo apresenta algumas vantagens, tais como a melhoria da capacidade de foco nos requisitos do cliente, a identificação de potenciais projetos de melhoria e o fornecimento de uma linguagem comum dentro da organização, de modo a controlar, gerir e melhorar processos-chave (Marques & Requeijo, 2009).

2.3.3. Value Stream Mapping

O Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping* - VSM) é uma ferramenta *Lean* fundamental (Lean Enterprise Institute, 2022), desenvolvida por Rother e Shook, que proporciona a visão abrangente do fluxo de material ao longo da cadeia de valor, desde a aquisição da matéria-prima até à expedição do produto final (Oliveira et al., 2017). O VSM (Figura 4) é utilizado para mapear e analisar a cadeia de valor de um produto ou de uma família de produtos, identificando tanto as atividades que agregam valor quanto as que não agregam valor do ponto de vista do cliente (Abreu et al., 2017). Desta forma, facilita a identificação do desperdício e das suas causas, tornando possível a sua eliminação sistemática (Rother & Shook, 2003).

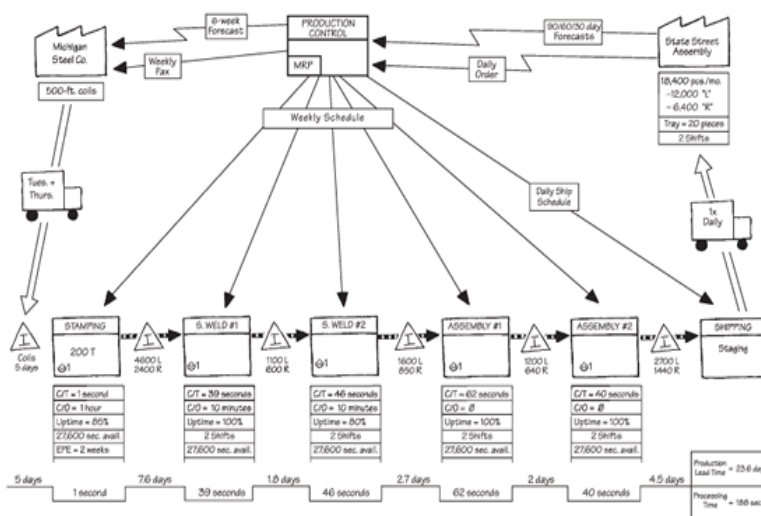


Figura 4 - VSM (adaptado de Lean Enterprise Institute (2022))

Segundo Rother & Shook (2003), o VSM é uma ferramenta de lápis e papel, que possibilita a compreensão do fluxo de materiais e informação ao longo de todo o processo, em vez de se concentrar apenas em operações individuais.

Entre as várias vantagens do VSM, destaca-se a viabilização da comunicação através de uma linguagem comum para o processo de produção, a fundamentação para o desenvolvimento de um plano de ação e identificação das ferramentas *Lean* apropriadas para a implementação do plano, bem como a identificação das fontes de desperdício. Além disso, o VSM revela a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de materiais e detalha como a operação deve estar configurada para criar fluxo contínuo (Rother & Shook, 2003).

Esta ferramenta tem quatro passos a seguir:

1. Escolher uma família de produtos: há a necessidade de identificar o produto ou a família de produtos a estudar, uma vez que seria bastante complicado desenhar o fluxo de todos os produtos (Rother & Shook, 2003);
2. Desenhar o mapa do estado atual do processo: identificar todas as atividades envolvidas no fluxo de materiais e de informação do estado atual do processo (Abdulmalek & Rajgopal, 2007);
3. Desenhar o mapa do estado futuro do processo: desenhar o mapa do estado futuro do processo, através da identificação de desperdícios (*kaizen* bursts) e oportunidades de melhoria (Abdulmalek & Rajgopal, 2007);
4. Definir um plano de ação: Planejar a implementação do plano de ação de forma a ser possível atingir o estado futuro do processo (Rother & Shook, 2003).

O mapa do estado atual tem como objetivo garantir que todas as partes envolvidas no fluxo de valor compreendam como cada etapa do processo contribui para a entrega de valor ao cliente, além de identificar oportunidades de melhoria. O mapa do estado futuro visa proporcionar uma compreensão clara de como o processo funcionará uma vez implementadas as melhorias propostas (Lean Enterprise Institute, 2022).

Segundo Lean Enterprise Institute (2022) , existem quatro zonas do mapa de fluxo de valor (Figura 5), nomeadamente:

Fluxo de informação – encontra-se na primeira linha e orienta cada processo sobre as ações a executar em seguida e o momento adequado para a sua realização;

Caixas do processo – de seguida, as caixas de processo representam as etapas da entrega do produto num fluxo de valor, indicando cada área de fluxo de material. Este fluxo é interrompido sempre que os processos são desconectados, parando as caixas do processo;

Caixas de dados do processo – detalham informações essenciais ao processo e indicadores de desempenho como, tempo de ciclo, tempos de paragem, tempos de *setup*, entre outros;

Resumo e linha do tempo – contêm um resumo dos indicadores, incluindo o *Lead time*.

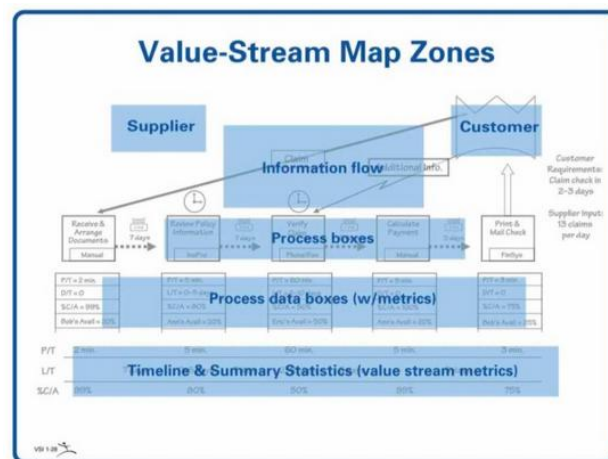


Figura 5 - Zonas do VSM ilustradas (retirado de Lean Enterprise Institute (2022))

De forma a representar as zonas do VSM são usados ícones padrão, como os que constam no Anexo 2, para garantir que todos tenham capacidade para compreender o VSM.

2.4. Estudo do trabalho

A constante preocupação da melhoria da produtividade dos sistemas de trabalho, nas empresas, mantendo os recursos existentes e diminuindo os esforços realizados pelos trabalhadores, levou à procura e implementação de métodos e ferramentas que permitam alcançar este objetivo (Carneiro, 2016).

Segundo Barnes (1968), a partir da década de 1930, houve uma procura maior do estudo dos movimentos e dos tempos. Inicialmente estes métodos foram desenvolvidos separadamente, Taylor foi responsável pelo desenvolvimento do estudo dos tempos, enquanto o casal Gilberth desenvolveu o estudo dos micromovimentos. Somente mais tarde, estes métodos começaram a ser utilizados em conjunto, complementando-se, tendo resultado na adoção do termo estudo do trabalho.

Este estudo é considerado um conjunto de ferramentas e técnicas de análise, que independentemente do seu contexto, permitem o estudo do trabalho efetuado pelo Homem (Costa & Arezes, 2003) e que se

encontra estritamente ligado à produtividade (OIT - Organização Internacional do Trabalho, 1984). Pretende compreender a utilização atual dos recursos disponíveis da empresa, com o objetivo de os redirecionar para uma aplicação mais eficiente, viabilizando um aumento da produtividade da empresa. Estes recursos podem ser desde terrenos e construções, a matérias-primas, máquinas e mão de obra (Costa & Arezes, 2003).

O termo estudo do trabalho abrange o estudo dos métodos, que se aplica com o intuito de reduzir o conteúdo de trabalho de um posto de trabalho ou atividade, e a medida do trabalho, que, por sua vez, tem como objetivo reduzir os tempos improdutivos e aplicar normas de tempo de operação executadas segundo os métodos de trabalhos definidos. Ambos estão relacionados com a obtenção de melhorias através da análise sistemática dos fatores que afetam a eficácia e a economia da situação em estudo. Pode-se verificar a relação das duas técnicas na Figura 6 (OIT - Organização Internacional do Trabalho, 1984).



Figura 6 - Estudo do trabalho (retirado de *Costa & Arezes (2003)*)

2.4.1. Estudo dos Métodos

O Estudo dos Métodos consiste em registar e examinar, de modo crítico e sistemático, os métodos existentes e previstos de execução de um determinado trabalho. Tem como objetivo aperfeiçoar o método, tornando-o mais cómodo e eficaz de aplicar, bem como reduzir os custos associados (OIT - Organização Internacional do Trabalho, 1984), pretende ainda eliminar movimentos inúteis de Homens e de materiais (Costa & Arezes, 2003).

Segundo Costa & Arezes (2003), os objetivos principais dos Estudo dos Métodos, incluem:

- Melhorar processo e métodos de execução;
- Melhorar a disposição e implantação dos postos de trabalho;
- Economizar o esforço humano e diminuir a fadiga inútil;
- Melhorar a utilização do material, máquinas e mão de obra;
- Criar condições materiais de trabalho favoráveis.

Quando se utiliza esta técnica, deve ser aplicado o método fundamental do estudo dos métodos (Carneiro, 2016), que consiste em sete passos:

1. Definir o trabalho a estudar;
2. Reunir toda a informação necessária;
3. Examinar os dados de modo crítico e sistemático;
4. Estabelecer um método mais prático, económico e eficaz;
5. Definir o novo método;
6. Fazer adotar o novo método;
7. Controlar e vigiar a aplicação do novo método.

Existem diversas técnicas de registo de dados que servem de suporte ao estudo dos métodos, a sua escolha é determinada pelo tipo de trabalho a estudar e pelos objetivos do estudo. Estas técnicas podem ser agrupadas em três categorias principais. A primeira inclui gráficos que representam a sequência de um processo, como o gráfico de análise do processo ou o gráfico de sequência-executante. O segundo grupo envolve gráficos que utilizam uma escala temporal, como o gráfico homem-máquina e o simograma. Por fim, o terceiro grupo abrange diagramas que indicam movimentos ou deslocações incluindo o diagrama de circulação e o cronociclógrafo (Costa & Arezes, 2003).

2.4.2. Medida do trabalho

A Medida do Trabalho é a aplicação de técnicas com o intuito de determinar o tempo necessário para a execução de uma dada tarefa, por um trabalhador qualificado e com um nível de rendimento bem definido (OIT - Organização Internacional do Trabalho, 1984). O resultado da aplicação desta técnica é a medição do conteúdo do trabalho, para obter o Tempo Padrão (TP), e pretende identificar, reduzir e eliminar, tanto quanto possível, os tempos improdutivos (Costa & Arezes, 2003).

O Tempo Padrão é um valor numérico que possibilita a quantificação do conteúdo do trabalho de uma dada operação, anteriormente definida e descrita através das técnicas do método de trabalho. Através da determinação destes valores é possível quantificar os recursos humanos necessários para a execução de uma dada operação, prever os tempos de determinada tarefa e, desta forma, planejar a produção. OS TP são cruciais para a comparação entre a utilização planeada da mão de obra e a sua utilização real, e ainda na elaboração e racionalização de método de trabalho (Costa & Arezes, 2003).

O estudo dos Tempos Padrão (TP) apresenta uma ampla gama de aplicações, destacando-se entre elas as seguintes: a determinação das necessidades de mão de obra e equipamentos; o apoio no desenvolvimento de métodos eficazes, incluindo a definição do número de máquinas por trabalhador e o equilíbrio das tarefas das equipas; a comparação de diferentes métodos de trabalho; e a limitação do uso de mão de obra. Neste último ponto, o TP permite estabelecer programas de trabalho, definir padrões para a mão de obra, determinar objetivos de supervisão, fornecer uma base para a definição dos custos por unidade produzida e/ou de prémios de produtividade e permite a comparação entre a produtividade planeada e a efetivamente alcançada. Adicionalmente, facilita a definição dos preços dos produtos antes do início do processo de manufatura.

Existem várias técnicas da Medida do Trabalho, as quais deverão ser utilizadas segundo o tipo de trabalho a medir. Há diversos fatores que condicionam a técnica escolhida, como por exemplo, tipo de atividade, tempo disponível para a realização do estudo, precisão necessária, entre outros.

As principais técnicas usadas na medida do trabalho são:

- **Estudo de tempos ou cronometragem:** é uma técnica de observação direta intensiva ou contínua, apropriada para tarefas manuais ou semiautomáticas de ciclos curtos e repetitivos;
- **Amostragem do trabalho ou sondagem:** é uma técnica de observação direta extensiva apropriada para trabalho sem ciclos repetitivos ou com ciclos muito longos;
- **Sistemas de tempos predeterminados:** são sistemas de tempos de movimentos fundamentais informatizados ou em tabelas;
- **Sistemas de dados de referência ou tempos sintéticos:** são bases de dados de tempos de operações semelhantes anteriormente obtidos, em geral na própria empresa (Costa & Arezes, 2003).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O presente capítulo apresenta a empresa onde se desenvolveu o projeto de dissertação, a Continental Mabor, a sua história e evolução ao longo dos anos do Grupo Continental e a política da empresa. Por último, apresenta-se o Centro de Testes e Avaliação onde foi desenvolvido o presente estudo, a sua estrutura organizacional e o seu *layout*.

3.1. História da Continental AG

A história da Continental AG teve início em 1871, em Hannover, Alemanha, com o nome “*Continental-Caoutchouc-und guta-percha Compagnie*”. Começou por fabricar artefactos de borracha flexível e pneus maciços para carruagens e bicicletas. Em 1892 é a primeira empresa alemã a produzir pneumáticos para bicicletas, iniciando a produção de pneumáticos com piso liso para automóveis a partir de 1898.

O percurso da Continental está dividido em quatro períodos, tendo adotado vários logótipos ao longo desses anos, que representam a evolução da empresa (Figura 7).



Figura 7 - Logótipos Continental ao longo dos anos

Os anos de 1901 até 1930 correspondem a uma era de forte inovação, desde a criação do primeiro pneu com padrão no piso, ao lançamento de pneus com cordão, à adoção de negro de fumo na produção de pneus, à criação do primeiro pneumático agrícola da Europa. Durante este período, dá-se a fusão de grandes empresas da indústria da borracha na Alemanha, formando assim a Continental Gummi-Werke AG.

A época de 1931 a 1960 destaca-se por um grande sucesso desportivo em corridas internacionais de automóveis equipados com pneus Continental. No entanto, estas vitórias iniciaram-se no período anterior.

De 1961 a 1990 segue-se a fase de internacionalização da empresa na Europa e nos Estados Unidos através da aquisição e fundação de novas empresas.

Desde 1991, a Continental dá prioridade, não só ao desempenho e à segurança dos seus pneus, como também, à sustentabilidade. Rumo ao objetivo de se tornar a empresa de pneus mais progressista no mundo, pretende reforçar o compromisso de liderar caminho em termos de responsabilidade ambiental e social até 2030.

Desde 2007 o grupo Continental é um dos cinco principais fornecedores da indústria automóvel a nível mundial. Atualmente encontra-se localizado em 56 países e 505 localizações, representado na Figura 8. Em Portugal, está presente em cinco locais, três empresas encontram-se em Lousado, e duas em Palmela.

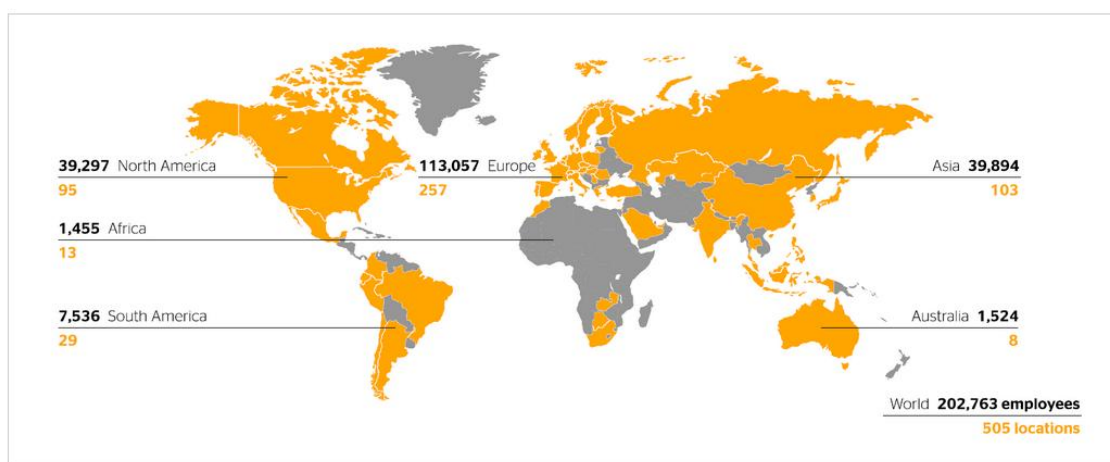


Figura 8 - Distribuição da Continental a nível mundial

3.2. História da Continental Mabor

A Mabor, primeira empresa de pneumáticos em Portugal, nasceu em 1938, situada em Lousado, Vila Nova de Famalicão. A sua fábrica foi inaugurada em 1946, juntamente com o lançamento do primeiro pneu da marca. Durante os anos 50 deteve o monopólio, uma vez que era a única empresa produtora de pneus em Portugal. Em 1989, através de uma aliança estratégica entre a Continental AG e a Mabor, surge a Continental Mabor. Em 1990 deu-se o arranque industrial e a reestruturação da empresa, que tinha como objetivo apenas a produção de pneus para viaturas de passageiros e comerciais.

Mais tarde, em 1993, o grupo Continental passou a deter 100% da unidade de Lousado (Figura 9).

A empresa tem tido ao longo dos anos diversos projetos de expansão e também de melhoria das condições de trabalho. Atualmente, é constituída pela unidade de pneus ligeiros, pela unidade de pneus

para agricultura e pneus fora da estrada e ainda dispõe de um Centro de Testes e Avaliação de pneus agrícolas e industriais.



Figura 9 - Instalações da Continental Mabor

3.3. Política da empresa

A política da Continental Mabor assenta nos valores do grupo, que se refletem na visão, missão, valores e compromissos.

A Missão e Visão da Continental AG definem o que são e o que fazem. Desta forma o objetivo da empresa passa por criar valor e contribuir para um amanhã melhor. Assim, a visão do grupo Continental é “Criar valor para um amanhã melhor” e a sua missão é “As nossas tecnologias. As vossas soluções. Movida pela paixão das nossas pessoas.”.

Missão

A missão da Continental Mabor é:

- Criar valor e crescer de forma sustentada e socialmente responsável;
- Satisfazer os clientes com produtos, serviços e soluções de alta tecnologia;
- Privilegiar a melhoria contínua com vista à eficiência, qualidade, flexibilidade e inovação;
- Promover a competência, motivação e excelência dos trabalhadores.

Visão

A Continental Mabor partilha a mesma visão que o grupo Continental, mas também tem o objetivo de ser líder na divisão de Pneus da Continental segundo as suas próprias premissas, entre elas:

Lousado eficiente,
Inova e antecipa as necessidades dos clientes,
Desenvolve produtos de alta tecnologia,
Excelente nos conhecimentos e projetos,
Rentável de forma sustentada.

Tem também, como compromisso, cumprir obrigações legais em vigor e outras aplicáveis; proporcionar condições de trabalho saudáveis e seguras; prevenir e controlar os acidentes graves envolvendo substâncias perigosas; garantir a proteção do ambiente; consultar e envolver os trabalhadores no âmbito da saúde e segurança.

Valores

Na Continental todos os trabalhadores partilham quatro valores fundamentais (Figura 10). Estes valores são a raiz da cultura da empresa:

Confiança, Paixão para Vencer, Liberdade para Agir, Uns pelos Outros.

A Continental acredita que valores criam valor e que apenas num ambiente moldado por eles podem ser criados serviços, soluções e contribuições essenciais e pioneiras.

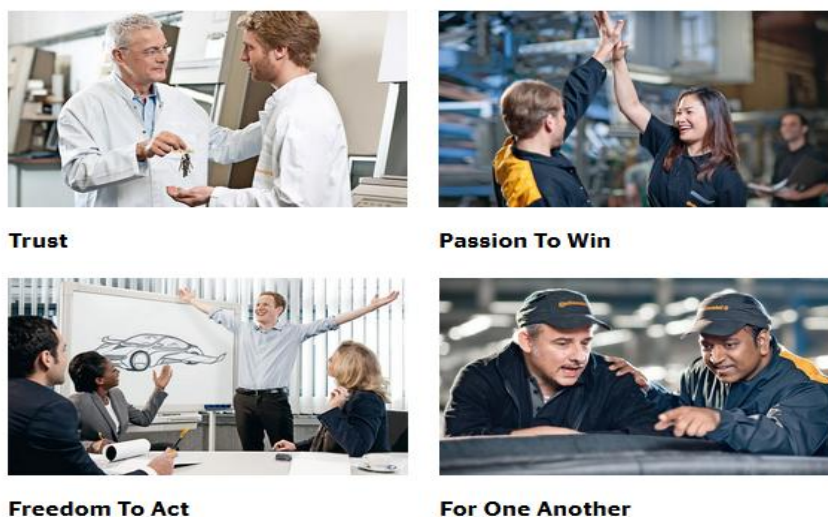


Figura 10 - Valores da Continental

3.4. Centro de Testes e Avaliação

O Centro de Testes e Avaliação desempenha um papel vital na pesquisa, desenvolvimento e controlo de qualidade de pneus fora de estrada, *off the road* (OTR), e pneus agrícolas (AGRO) (Figura 11).



Figura 11 - Pneu *off the road* e pneu agrícola

O laboratório, acreditado pela norma ISO 17025, realiza uma variedade de testes: *endurance*, testes de durabilidade dos pneus, *characteristics*, testes de performance adicional, *tire analysis*, testes de análise mais pormenorizada dos pneus, *strenght*, testes de força, *dimensional* e *non destructive test*, testes dimensionais e não destrutivos.

Além de apoiar o desenvolvimento de novos modelos de pneus, o Centro de Testes e Avaliação desempenha um papel crucial no controlo de qualidade da produção, garantindo que os pneus atendem aos padrões rigorosos estabelecidos.

O organigrama representado na Figura 12 representa a estrutura organizacional do Centro de Testes e Avaliação.

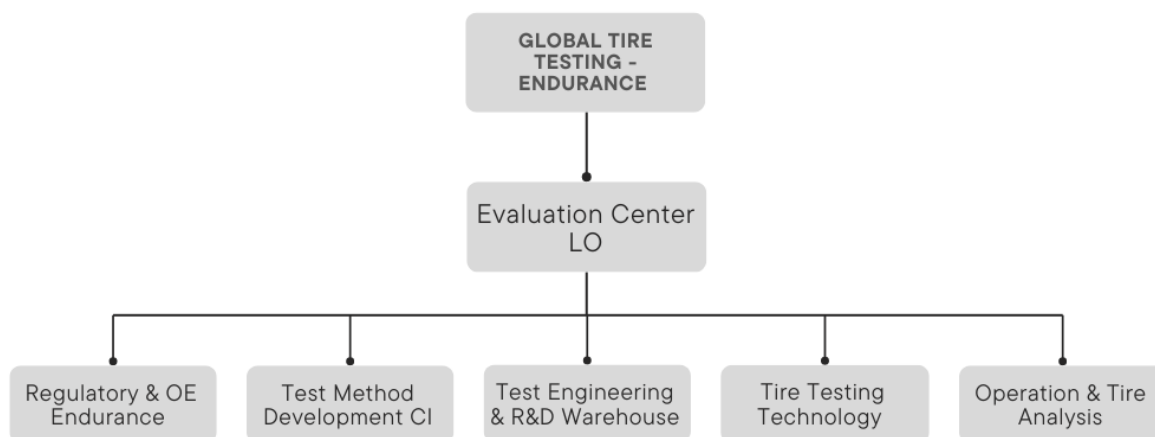


Figura 12 - Organigrama do Centro de Testes e Avaliação

O Centro de Testes e Avaliação (Figura 13) é coordenado por um gestor de departamento e composto por treze trabalhadores, organizados em cinco funções distintas.



Figura 13 - Centro de Testes e Avaliação

A área de Métodos Regulatórios e de *Endurance* é responsável pela transcrição das regulamentações de testes e requisitos dos clientes para documentos internos (PoMS), assegurando que os testes legais são realizados em conformidade com as normas. Além disso, mantém a documentação atualizada, programa os testes no sistema CORE e acompanha os utilizadores durante a sua execução.

O Desenvolvimento de Métodos de Teste foca-se na criação e melhoria contínua de métodos de teste para pneus AGRO e OTR, colaborando com as equipas de desenvolvimento de pneus. Esta função também gere a documentação e o processo de aprovação dos testes.

Os Engenheiros de Testes são responsáveis por planear os testes, avaliar os seus resultados e preparar relatórios detalhados. Também coordenam a logística dos pneus necessários para os testes, além de apoiar na resolução de problemas com as máquinas e nos procedimentos de calibração, garantindo o correto funcionamento dos equipamentos.

A área de Tecnologia de Testes de Pneus concentra-se na gestão do plano de manutenção dos equipamentos de teste, supervisionando as atividades de metrologia e calibração. Também lidera projetos de expansão e o comissionamento de novas máquinas, garantindo a precisão e funcionamento dos equipamentos.

Por último, a função de Operação envolve todas as atividades práticas relacionadas com os testes de pneus, incluindo montagem, desmontagem e acondicionamento dos pneus. Os trabalhadores preparam os pneus para os testes nas máquinas, realizam inspeções e avaliações, e elaboram relatórios detalhados sobre os resultados dos testes.

A cooperação entre as várias áreas é essencial para garantir a realização de testes eficazes e assegurar a qualidade dos produtos testados.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo procede-se à descrição do processo de *shearografia*, o qual foi um dos focos deste projeto de dissertação, bem como à apresentação atual do Centro de Testes e Avaliação relativamente à organização do espaço e à comunicação entre os trabalhadores.

Inicialmente, são apresentados o modo de funcionamento, o processo de *shearografia* e o *layout* da respetiva zona. De seguida, procede-se a um estudo e análise crítica do processo, identificando os problemas encontrados.

Por último, será descrita a observação da organização relativamente ao armazenamento de ferramentas, consumíveis e peças sobresselentes.

4.1. Descrição da situação atual

4.1.1. Apresentação do funcionamento do Centro de Testes e Avaliação

A atividade do Centro de Testes e Avaliação é responsável pela realização e análise dos testes dos pneus AGRO e OTR.

Funciona em dois turnos diários, nomeadamente, o turno da manhã das 8h às 16h, e o turno da tarde das 16h às 24h, de segunda a quinta-feira. À sexta-feira o horário é das 8h às 16h, da parte da manhã, e das 14h às 22h, da parte da tarde.

O turno da manhã conta com dois técnicos do Centro de Testes e Avaliação, sendo um deles responsável pela parte administrativa e um pela parte da operação, e, ainda, com dois trabalhadores temporários. No turno da tarde, estão um técnico e um trabalhador temporário.

4.1.2. Descrição do Processo de *shearografia*

Processo é uma sequência de atividades interrelacionadas que são realizadas para alcançar um determinado objetivo ou resultado; neste caso pretende-se obter pneus testados, os relatórios dos testes e, ainda, a classificação dos pneus.

Neste processo, estão alocados dois trabalhadores temporários, um por cada turno. O trabalhador da manhã está responsável por este processo, mas também por auxiliar em tarefas externas a este. Por sua vez, o trabalhador da tarde, para além de ter as mesmas funções que o colega da manhã, está ainda, responsável pelo processo de corte de pneus.

A avaliação do resultado dos testes efetuados no processo de *shearografia* é realizada pelos técnicos do Centro de Testes e Avaliação.

Foi estabelecido entre o Centro de Testes e Avaliação e a fábrica de *Commercial and Specialty Tires* (CST), que o objetivo diário de testagem seria 32 pneus, havendo margem para testar até 40 pneus.

O processo de *shearografia* inicia-se com a receção dos pneus no Centro de Testes e Avaliação. Estes podem ser provenientes da produção da fábrica de CST, onde são produzidos pneus AGRO e OTR, que correspondem a 85% dos pneus testados na máquina de *shearografia*, ou do armazém, onde estão alocados os pneus que se encontram à espera de testes. Os pneus são transportados por um camião, de uma transportadora contratada, e cada carga pode conter duas paletes que podem ter entre 1 a 5 pneus cada, dependendo do tamanho e do peso dos pneus.

Todo o processo é executado por um único trabalhador, exceto a avaliação dos resultados do teste, como referido anteriormente. A receção dos pneus, que se realiza na zona amarela da Figura 14, onde o trabalhador descarrega as paletes com recurso a um empilhador de pinças, colocando-as na zona de *inbound* (zona laranja (1) da Figura 14). Uma vez que a transportadora também é responsável pelo transporte dos pneus testados de volta para a fábrica, o trabalhador procede ao carregamento do camião com as paletes de pneus já testados e avaliados. Seguidamente, o trabalhador assina a folha de serviço da transportadora (Anexo 3).

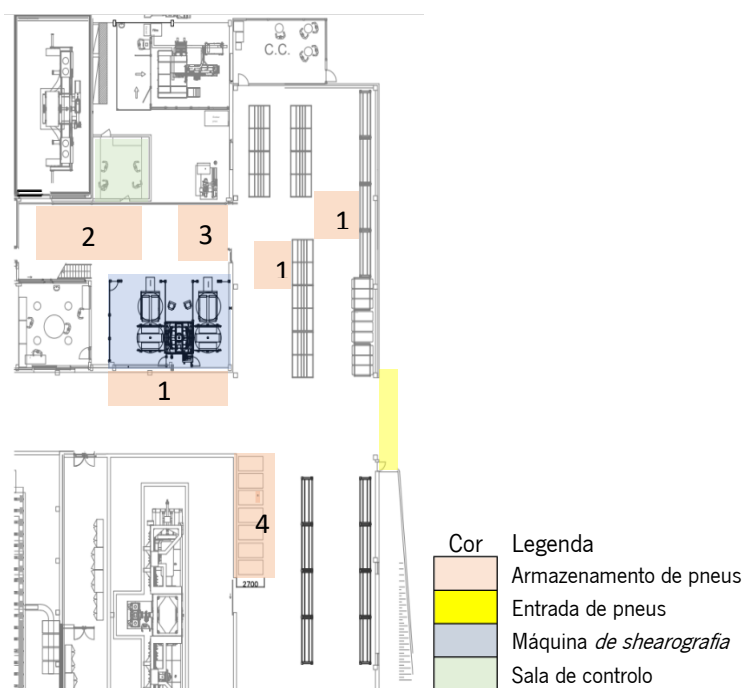


Figura 14 - Layout relativo ao processo de *shearografia*

Posteriormente, os pneus são retirados das paletes utilizando um empilhador de garras, para serem transportados até à zona de testes apresentada na Figura 14 (zona laranja (2)). Cada pneu vem acompanhado de uma folha de Identificação e Validação (IV) (Anexo 4) que contém informações como o código de barras do pneu, o número de artigo e a data de fabrico, semana e ano (conhecido como *Department of Transportation*, DOT). As folhas de IV podem estar localizadas na parte lateral da palete, ou no interior de cada pneu.

É responsabilidade do trabalhador garantir que o pneu está devidamente acompanhado da folha de IV que será utilizada para registar a classificação final da avaliação, assegurando ainda que esta está corretamente preenchida de acordo com as marcações do código de barras e DOT do pneu.

Após verificar que os dados estão corretos, o trabalhador deve dirigir-se à sala de controlo (Figura 14, zona verde) para efetuar o registo do pneu e preencher o “Registo Diário” numa folha de Excel, que inclui o registo dos pneus recebidos e enviados.

Posteriormente, é criada uma tarefa no programa CORE4, correspondente à “*test order*” relativa ao número do artigo. Esta tarefa origina uma nova amostra, ou *sample*, que é inscrita no “Registo Diário”. O número da *sample* é anotado na respetiva folha de IV. Numa folha de Excel criada especificamente para este efeito, é gerada uma etiqueta para o pneu que contém a identificação do mesmo.

Para marcar um ponto de referência para o início do teste, o trabalhador desenha uma linha a giz sobre a marcação DOT no pneu, próximo da qual é colada a etiqueta gerada anteriormente. Após a criação dos testes, o trabalhador deve carregá-los numa pasta no computador de dados da máquina.

Concluídos estes procedimentos, o pneu é colocado pelo trabalhador na unidade de carga 1 da máquina de *shearografia* (Figura 14, zona azul) com o auxílio de uma grua, posicionando o lado do número de série, *Serial Side* (SS), voltado para o trabalhador, com a linha do DOT paralela ao chão.

Terminado o teste correspondente ao lado SS, o trabalhador deve utilizar novamente a grua para retirar o pneu da unidade de carga 2, rodá-lo 180° de modo que o lado SS fique voltado para o lado da máquina, e colocá-lo na unidade de carga 1, para a realização do teste no lado oposto ao número de série, *Off Serial Side* (OSS). Após a conclusão do teste de ambos os lados dos pneus, o trabalhador remove o pneu colocando-o em espera para a avaliação (Figura 14, zona laranja (3)).

Posteriormente, o técnico procede à sua avaliação. Para isso, recorre ao computador de dados para aceder ao relatório de teste (Figura 14, zona azul). Identifica eventuais falhas em conformidade com os requisitos de avaliação apresentados de acordo com o documento do *Process oriented Management*

System (PoMS) – *Off standard catalog*, e em seguida classifica o pneu de acordo com as falhas identificadas. A classificação do pneu pode ser:

- pneu OK:
 - A1: Sem falhas,
 - A2: Falhas insignificantes,
- pneu NOK:
 - C: Enviado para quarentena para possível reparação;
 - SQ: Destinado a *scrap*.

Esta classificação é registada através do programa de avaliação, e também anotada na folha IV do pneu.

Para proceder à devolução dos pneus, o trabalhador deve realizar uma série de ações específicas. Primeiro, é necessário verificar a classificação de cada pneu, assegurando-se que estes serão devidamente divididos em paletes de acordo com a sua avaliação, OK ou Não OK, NOK.

Em seguida, o trabalhador deve limpar a linha desenhada no DOT de cada pneu e remover todas as etiquetas presentes. Após esta etapa, os pneus devem ser separados e organizados em paletes distintas. Cada paleta deve ser identificada com a classificação correspondente e a data em que o teste foi realizado. Por fim, o trabalhador deve transportar as paletes para a zona de *outbound* (Figura 14, zona laranja (4)), onde aguardarão o processo de devolução.

Este processo encontra-se representado através do diagrama BPMN da Figura 15.

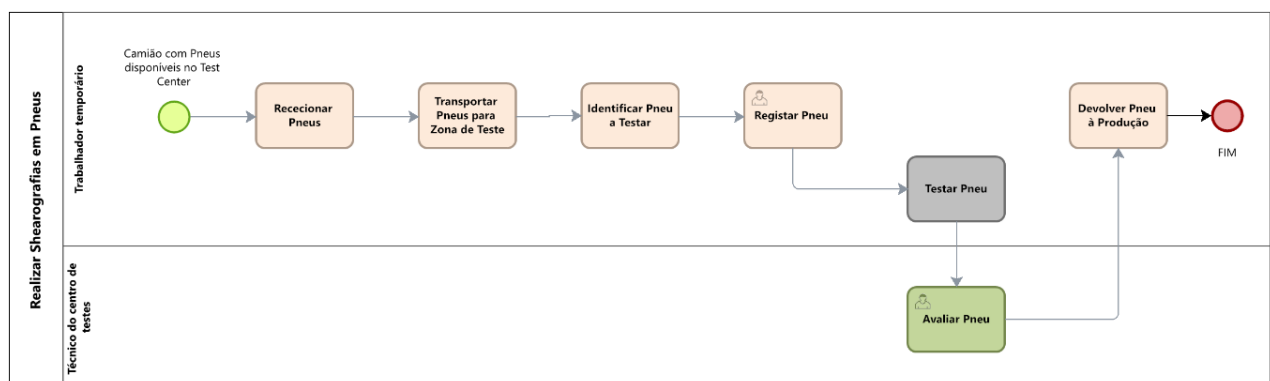


Figura 15 - BPMN do processo de *shearografia*

4.1.3. Mapeamento de alto nível do Processo de *shearografia* (SIPOC)

Com o objetivo de obter uma visão macro do processo, foi utilizada a ferramenta SIPOC para efetuar o mapeamento do mesmo. Esta abordagem foi fundamental para identificar e definir os elementos críticos deste, e obter informações detalhadas sobre os fornecedores, as entradas, as saídas e os clientes envolvidos. O mapeamento foi realizado em colaboração com a equipa responsável.

Inicialmente, foram definidos os clientes do processo, sendo a fábrica de CST o principal cliente, responsável por 85% dos testes realizados, a equipa de desenvolvimento e a equipa da qualidade. Em seguida identificaram-se as saídas do processo, que incluem a Avaliação OK ou NOK, os relatórios de teste e os pneus testados.

No que se refere às entradas do processo, foram identificados como sendo os pneus, as ordens de teste e os requisitos de avaliação. Quanto aos fornecedores, estes podem incluir a produção da fábrica de CST e o armazém.

Em relação ao processo, foram identificadas cinco atividades principais: receber pneu, identificar pneu, registar pneu, testar e avaliar pneu e, finalmente, devolver pneu. Estas atividades encontram-se ilustradas no diagrama da Figura 16, que serviu como base para os passos seguintes de mapeamento do processo.

O diagrama SIPOC foi utilizado como ferramenta de apoio, facilitando a utilização de outras ferramentas, como o BPMN e o VSM. Sempre que surgiram dúvidas ao longo do projeto, o diagrama SIPOC servia de apoio, permitindo esclarecer e resolver as mesmas.

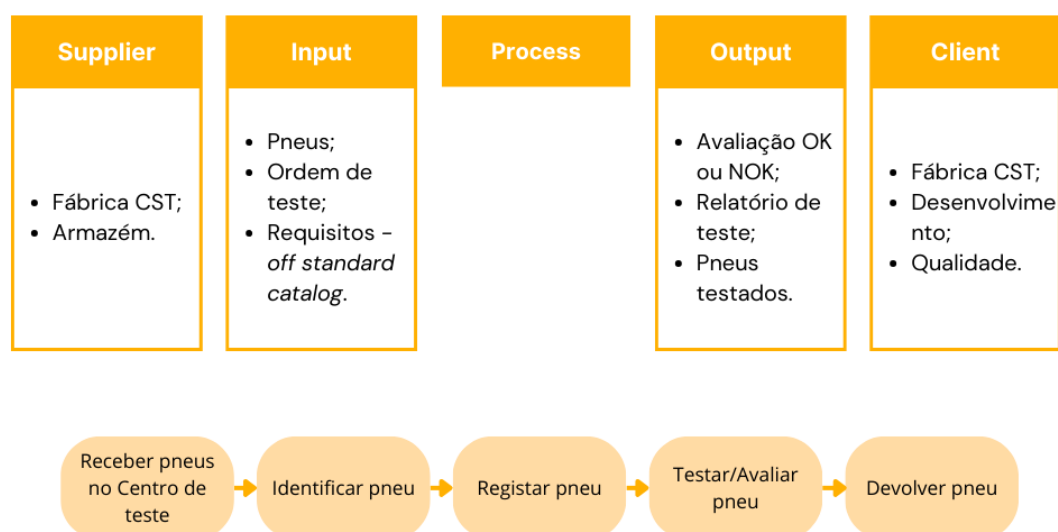


Figura 16 - SIPOC do processo de *shearografia*

4.2. Análise crítica da situação inicial e identificação de problemas

4.2.1. Processo de *shearografia*

4.2.1.1. Inexistência de registo de tempos

Para calcular de forma precisa os recursos de mão de obra necessários para o processo de *shearografia*, foi essencial considerar os tempos padrão associados às tarefas realizadas pelos trabalhadores. No entanto, verificou-se a ausência de registos destes tempos para qualquer atividade relacionada com o processo de *shearografia*, impedindo, assim, uma análise rigorosa da eficiência operacional, dificultando a gestão e racionalização dos recursos.

Face a esta situação, tornou-se necessário recorrer a técnicas de medição de trabalho com o objetivo de determinar tempos adequados para cada uma das atividades associadas ao processo de *shearografia*. A aplicação desta técnica permitiu obter dados precisos sobre o desempenho das operações.

A abordagem pormenorizada para a medição dos tempos de trabalho e a sua implementação será apresentada no capítulo cinco. Esta metodologia enquadrou-se como uma proposta de melhoria com o intuito de estabelecer tempos padrão e, consequentemente, melhorar a eficiência e a alocação de recursos ao processo.

4.2.1.2. Descrição do fluxo de valor

No presente estudo, foi desenvolvido um VSM, na ótica da eficiência do Centro de Testes e Avaliação, com o objetivo de mapear o fluxo de valor no processo de *shearografia*, permitindo identificar ineficiências e melhorias na operação. A primeira etapa na realização do VSM envolveu a escolha do produto ou família de produtos a serem analisados. Optou-se por estudar as referências de pneus analisadas no estudo de tempos, descrito no capítulo cinco, por forma a garantir a coerência e a continuidade dos dados analisados.

Na fase seguinte desenvolveu-se o VSM do estado atual (*AS IS*). Para tal, iniciou-se a recolha de dados e informações essenciais para a construção do VSM. Esta recolha foi realizada através da observação do processo e da utilização do diagrama de SIPOC, apresentado anteriormente, proporcionando uma visão abrangente e detalhada de todo o fluxo de valor. As informações recolhidas incluíram dados sobre os clientes e fornecedores, a procura e frequência de envios, permitindo um melhor entendimento do processo.

Para a representação do fluxo de material no VSM, desenharam-se as diferentes etapas do processo respeitando a ordem das mesmas. Sob cada uma delas, foram inseridos os tempos de ciclo e o tempo disponível para cada atividade. Além disso, para representar o inventário, utilizou-se a simbologia dos triângulos. No entanto, em vez de utilizar o inventário de material, optou-se por incluir o tempo de espera como indicador de *Work in Progress* (WIP). Esta escolha refletiu de forma mais precisa as ineficiências do fluxo, bem como atrasos acumulados ao longo do processo.

Com as etapas representadas, os dados preenchidos nas caixas correspondentes, e o WIP devidamente assinalado, foi necessário representar os fornecedores e os clientes. Considerando que os pneus da produção da fábrica de CST representam 85% dos testes realizados na *shearografia*, a fábrica de CST foi considerada como o principal fornecedor e cliente a ser representado no VSM. No que diz respeito aos transportes de pneus para teste e de pneus já testados, estes são realizados por uma empresa contratada pela fábrica de CST, também representada no VSM.

Por fim, foi colocada uma linha de tempo sob as caixas do processo, onde se indicou o tempo de atravessamento (TA), *lead time*, e o tempo de processamento, também conhecido como tempo de valor acrescentado (VA). Com a conclusão desta fase, obteve-se o VSM do estado atual, conforme representado na Figura 17.

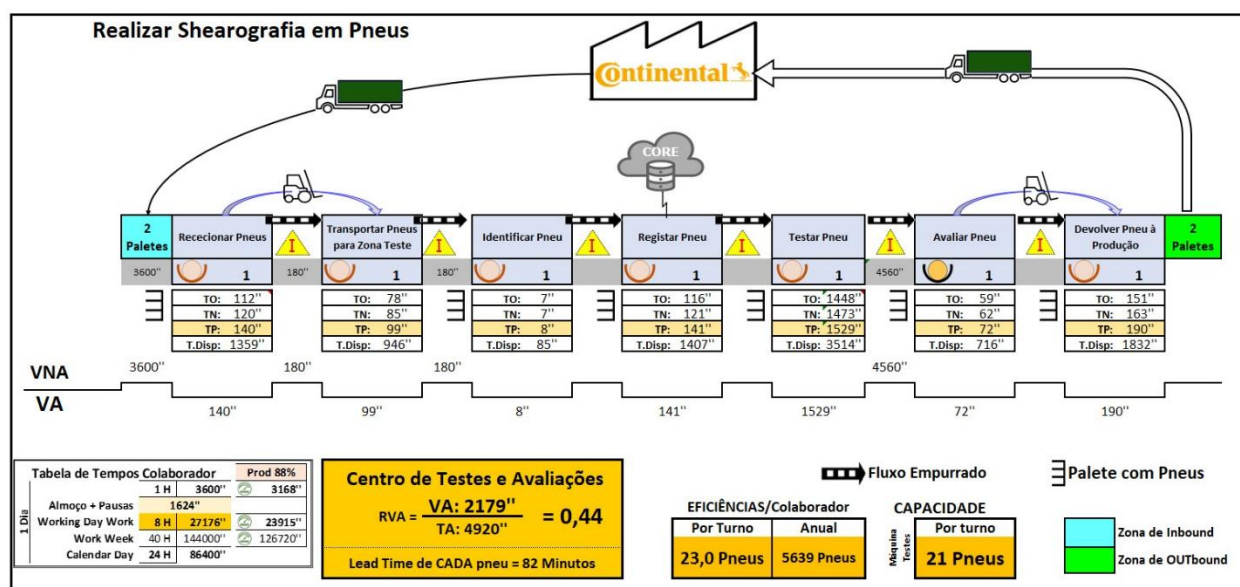


Figura 17 - VSM do estado atual do processo de *shearografia*

A análise do VSM permitiu identificar claramente o gargalo, *bottleneck*, do processo de *shearografia*. Através da observação dos tempos de ciclo, verificou-se que a etapa de testes na máquina é a mais demorada, sendo, portanto, considerado o *bottleneck* do processo.

O rácio de valor acrescentado (RVA) é dado pelo tempo das atividades que acrescentam valor ao produto em relação ao tempo de atravessamento.

$$RVA = \frac{\text{Tempo de valor acrescentado}}{\text{Tempo de atravessamento}}$$

É importante notar que o valor do WIP na receção dos pneus foi sugerido pela empresa, não sendo incluído nos cálculos do RVA, uma vez que representa apenas o WIP existente no início do dia. Como se pode verificar na Figura 17, este cálculo resultou num valor de 0,44. Ou seja, 44 % do tempo do processo é realizado a acrescentar valor, na ótica da eficiência do Centro de Testes e Avaliação.

Posteriormente, foi elaborado um gráfico de sequência-executante (Figura 18) que ilustra as fases de realização do processo, através do registo das tarefas realizadas pelo trabalhador, com os respetivos tempos e símbolos, cujos significados se encontram na Tabela 2.

Tabela 2 - Simbologia do gráfico de sequência-executante

Simbologia					
Designação	Operação	Transporte	Espera	Controlo	Armazenamento

Através da análise do gráfico, foi possível identificar que o trabalhador realizava um total de quinze operações de valor acrescentado e sete tarefas de transporte. Havia, ainda, duas tarefas que correspondiam à armazenagem temporária dos pneus e uma de controlo.

Adicionalmente, o gráfico de sequência-executante permitiu perceber as distâncias percorridas pelo trabalhador durante a execução de todas as tarefas. Verificou-se, através da análise das mesmas que o trabalhador percorria um total de 135m a pé e 325m de empilhador para executar as tarefas.

Descrição		Distância percorrida a pé (m)	Distância percorrida de empilhador (m)	TN (s)	TP (s)	SÍMBOLOS					Observações					
						○	➡	□	□	▽						
Rececionar pneus	Descarregar paletes do camião	17	100	51,6	60,1						Empilhador de garfos					
	Transportar pneu para zona de <i>inbound</i>															
	Carregar camião com pneus de <i>outbound</i>		73	59,9	69,8						Empilhador de garfos					
	Assinar folha de serviço		2,4	2,8												
Transportar	Transportar pneu para a zona de teste	12	80	84,5	98,5										Empilhador de pinças	
Identificar	Recolher folha IV	10		6,7	7,9											
	Registrar pneu no computador	20		67,6	78,8										Computador	
Registrar pneu	Marcar linha no DOT	10		15,5	18,1											
	Colar etiqueta no pneu			29,8	34,7											
	Colocar folhas IV na máquina	11		5,2	6,0										Máquina de Shearografia	
	Carregar teste no computador	2		8,8	10,3										Computador de teste	
	Testar	Preparar entrada do pneu SS	8		58,0						67,7					Grua elétrica
Colocar pneu na máquina para teste SS		1		61,0	71,1										Grua elétrica; Shearo	
	Esperar pelo teste SS															
Testar	Preparar entrada do pneu OSS	5		66,0	77,0											Grua elétrica; Shearo
	Colocar pneu na máquina para teste OSS	3		74,6	86,9											Grua elétrica; Shearo
	Esperar pelo teste OSS															
Testar	Retirar pneu da máquina de teste	4		73,5	85,7											Grua elétrica; Shearo
Avaliar	Avaliar pneu	7		61,6	71,8											Computador de teste
Devolver	Limpar DOT e retirar etiqueta do pneu			33,5	39,1											
	Colocar pneu na paleta	6	32	69,8	81,3											Empilhador de pinças
	Colocar paleta no local de <i>outbound</i>	7	40	35,9	41,8											Empilhador de garfos
	Transportar pneu para zona de <i>outbound</i>															
	Identificar paleta de acordo com avaliação	12		23,6	27,5											
Total		135	325	890	1037	15	7	2	1	0						

Figura 18 - Gráfico de sequência-executante AS /S

4.2.1.3. Descrição da eficiência da máquina

Para avaliar a eficiência da máquina, recorreu-se ao cálculo do indicador OEE. Dada a ausência de registos relativos aos tempos de paragens da máquina, bem como ao número de pneus testados diariamente, foi necessário criar um registo. Para tal, foi criada uma folha (Apêndice 1) na qual os trabalhadores eram responsáveis por registar as paragens da máquina, as causas das interrupções e o número de pneus testados por turno. Este registo foi mantido de forma contínua durante três meses pelos trabalhadores alocados à máquina.

O gráfico apresentado na Figura 19 resume os resultados do OEE obtidos entre o mês de maio e julho de 2024, tendo-se apurado que o OEE médio para este período era de 62%. O gráfico apresenta os valores diários do OEE e, também, o número de pneus testados, comparando com a meta diária de 32 pneus, com a possibilidade de testar até 40 pneus por dia.

Foi possível observar uma significativa variabilidade nos resultados ao longo dos dias. Em 29 dos 60 dias úteis analisados, o número de pneus testados ficou abaixo da meta pretendida, enquanto em 7 dias foram testados mais de 40 pneus. Isto significa que em apenas 24 dos dias a meta foi atingida. Foi, ainda, calculada a média do número de pneus testados diariamente que era 29.

Verificou-se, ainda, que em alguns dias, o OEE atingiu valores próximos de 100%. Tal fenómeno ocorreu devido ao facto de o tempo de ciclo utilizado para o cálculo da velocidade ter sido uma média ponderada. Dado que alguns pneus requeriam menos tempo para serem testados, nesses dias, foi possível testar mais pneus do que o previsto, contribuindo para um aumento do OEE.

É importante referir que, mesmo nos dias em que o número de pneus testados correspondeu ao objetivo, os valores do OEE permaneceram abaixo do esperado a nível mundial, fixando-se abaixo dos 85% na maioria dos dias, demonstrando que a máquina não está a testar na sua capacidade máxima.

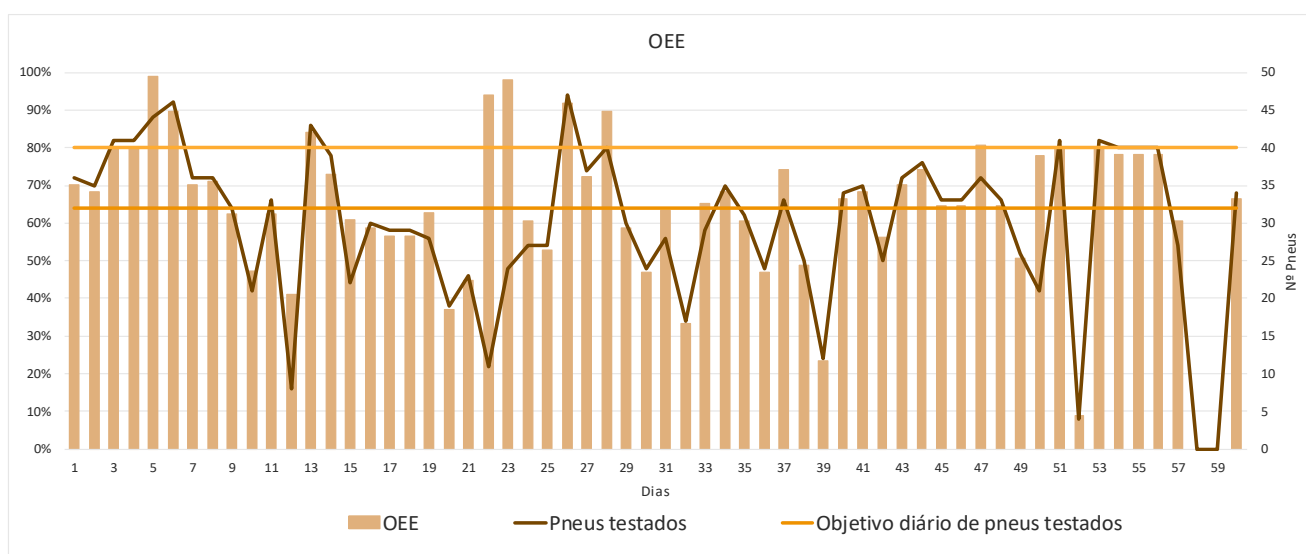


Figura 19 - Gráfico do OEE ao longo de 60 dias úteis

Para compreender melhor os fatores que afetam o OEE, foi necessário analisar os seus três parâmetros: disponibilidade, velocidade e qualidade, bem como o OEE respetivo a cada mês, que estão representados na Figura 20.

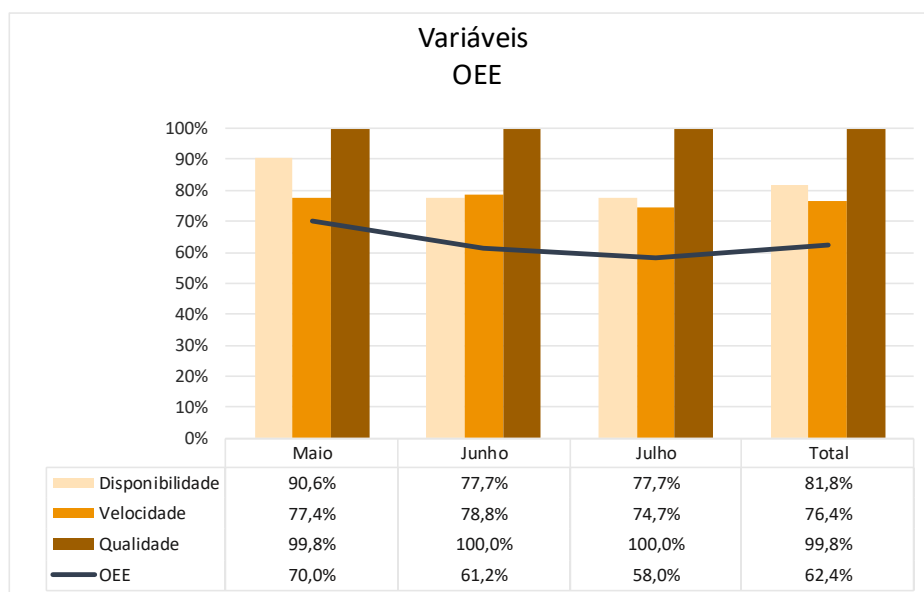


Figura 20 - Gráfico das variáveis do OEE

Esta análise demonstrou que o mês de julho apresentou o OEE mais baixo. Verificou-se que o fator que mais impactava negativamente a eficiência da máquina era a velocidade, seguido pela disponibilidade. Por outro lado, foi possível constatar que a qualidade raramente influenciava o OEE, uma vez que a necessidade de retrabalho era bastante rara.

A disponibilidade era significativamente afetada pelos tempos de inatividade da máquina decorrentes de paragens não planeadas, sendo classificadas como perdas de disponibilidade.

Estas perdas comprometiam a eficiência da máquina, resultando, nos três meses estudados, num total de 17% de tempo de máquina parada. Desta forma, tornou-se evidente a necessidade de abordar as causas destas paragens.

As principais causas verificadas para essas paragens (Figura 21) incluíam avarias e falhas de equipamento, falta de material e indisponibilidade do trabalhador. Adicionalmente, foi identificada uma outra causa de paragens, relacionada com a grua utilizada no processo de transporte de pneus, uma vez que a mesma é partilhada com outra máquina, resultando em períodos de indisponibilidade.

Perdas de Disponibilidade

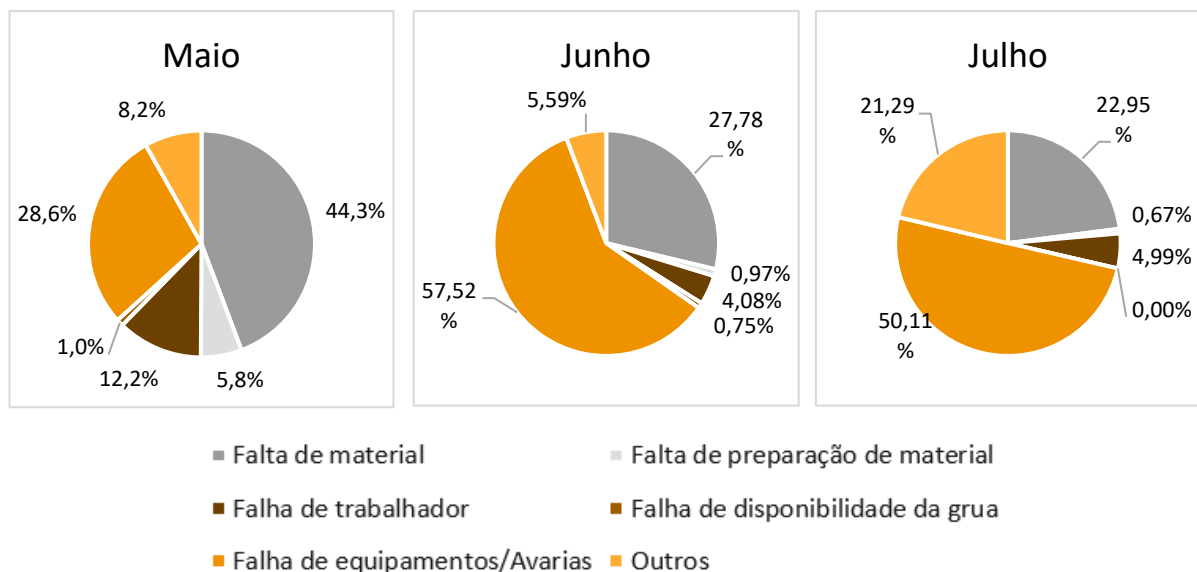


Figura 21 - Gráficos de perdas de Disponibilidade

Relativamente às faltas de material, estas podiam ocorrer devido à baixa produção da fábrica, à situação em que o número de pneus testados atingia o valor acordado entre a fábrica e o Centro de Testes e Avaliação, ou ainda, por mau planeamento, frequentemente causado por falhas de comunicação entre as duas partes.

A indisponibilidade do trabalhador é outro fator que contribuía para as paragens não planeadas. Esta situação surgia quando o trabalhador se encontrava a realizar outras etapas do processo ou ocupado com tarefas externas ao processo de *shearografia*.

Assim, as faltas de material, juntamente com as falhas do trabalhador e a partilha de grua são fatores que afetavam negativamente a disponibilidade da máquina, evidenciando a necessidade de melhoria no planeamento, coordenação e gestão do processo para a melhoria da eficiência.

4.2.1.4. Número de atividades sem valor acrescentado

Com o propósito de investigar a eficiência da utilização da mão de obra no processo de *shearografia*, realizou-se uma Análise Multimomento (AMM). Esta análise envolveu a observação em diferentes momentos do turno de trabalho para determinar a proporção de tempo dedicada pelo trabalhador às várias atividades do processo.

Inicialmente, foi essencial calcular o número de observações necessárias para conduzir o estudo, o qual é determinado pela seguinte equação:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times (1 - p)}{E^2}$$

Onde n representa o número de observações, p a probabilidade de ocorrência, Z o nível de confiança e E o erro. Adotando uma probabilidade de ocorrência de 50% e um nível de confiança de 95%, equivalente a $Z=1,96$, e um erro de 5%, o número de observações necessárias foi calculado como sendo 384. Dado que a probabilidade de ocorrência das atividades em estudo não é conhecida, foi adotado um valor de 50% para p, de forma a criar o maior tamanho de amostra possível.

Para determinar as atividades a serem analisadas, foi necessário observar o processo de *shearografia*, bem como o trabalhador envolvido no mesmo. Foram, então, identificadas as atividades apresentadas na Tabela 3.

Considerando que o processo de *shearografia* é executado por um único trabalhador, não foi necessário estabelecer um percurso específico a ser seguido, assim, para alcançar o número de observações necessárias foram realizados 384 ciclos. O planejamento incluiu a realização de 20 ciclos por dia.

Depois de realizadas as observações, obtiveram-se os resultados da Tabela 3, divididos pelo tipo de atividade: atividades que acrescentam valor, a verde, e atividades que não acrescentam valor ao processo. As últimas foram divididas, ainda, em atividades que não acrescentam valor, mas são essenciais ao processo, a amarelo, e atividades que não acrescentam valor e não são essenciais ao processo, a vermelho.

Das atividades que não acrescentam valor, as mais críticas estavam relacionadas com o transporte de pneus e movimentações do trabalhador. Relativamente ao transporte de pneus, representava 29,4% do tempo total, ou seja 2,35h por turno. Isso significava que, em média, quase 5h de um dia de trabalho eram dedicadas a atividades de transporte, não contribuindo para o valor final do teste. No que toca a movimentações do trabalhador, este passava 9,9% do seu tempo a deslocar-se pelas instalações de forma a realizar o seu trabalho, o que correspondia a quase 1h do seu trabalho.

Tabela 3 - Resultados da Análise Multimomento

Atividades	Número de observações	Porcentagem (%)	Tipo de atividade	Porcentagem das atividades
Alimentar máquina de teste: – Colocar pneus na máquina para teste, lado SS; – Colocar pneus na máquina para teste, lado OSS.	88	22,9%	VA	22,9%
Preparar pneus para teste: – Registrar teste no computador; – Identificar pneu; – Colocar etiqueta no pneu; – Fazer marcação no DOT.	52	13,5%	VNA	58,5%
Preparar pneu para arrumar: – Retirar pneu da máquina de teste; – Limpar marcação do DOT e retirar etiqueta; – Identificar paleta.	22	5,7%	VNA	
Transporte de pneu: – Carregar caminhão; – Descarregar caminhão; – Transportar pneu para a zona de teste; – Arrumar pneus na paleta; – Transportar paleta para a zona de outbound; – Movimentar pneu na zona de teste.	113	29,4%	VNA	
Movimentações	38	9,9%	VNA	
Comunicações: – Utilizar telemóvel; – Comunicar com colegas.	16	4,2%	VNA	18,6%
Auxiliar em tarefas externas ao processo de <i>shearografia</i> : – Auxiliar no corte; – Tratar de scrap; – Outras tarefas.	30	7,8%	VNA	
Ausências: – Utilizar casa de banho; – Ir buscar água; – Outras ausências.	19	4,9%	VNA	
Outras	6	1,7%	VNA	
Total	384	100		

Esta análise evidenciou a necessidade de melhorar a alocação do tempo do trabalhador minimizando as atividades sem valor acrescentado, especialmente as que se encontravam relacionadas com transportes de pneus e movimentações do trabalhador. Deste modo, juntamente com a análise realizada

relativamente às distâncias percorridas pelo trabalhador, foi possível antever uma potencial necessidade de ajustes no *layout* do Centro de Testes e Avaliação.

4.2.1.5. *Layout* da máquina de *shearografia*

Para a execução de todas as etapas do processo, o trabalhador necessitava de se deslocar a diversos locais dentro do Centro de Testes e Avaliação. Da mesma forma, o material percorria grandes distâncias e encontrava-se distribuído em diferentes áreas, conforme a etapa específica do processo em que se encontrava. Através da observação do trabalhador, da análise da AMM e do gráfico de sequência-executante, foi possível verificar a quantidade de tempo que ocupava o trabalhador em transportes de pneus e movimentações, bem como as distâncias percorridas pelo mesmo.

Com o intuito de obter uma melhor compreensão sobre estas deslocações, tanto do trabalhador como do material, foi realizado um diagrama de esparguete que proporcionou uma representação gráfica dos percursos realizados.

No diagrama à esquerda (Figura 22 (a)) está ilustrado o percurso que o trabalhador deveria percorrer, face ao Processo *AS /S*, para a completar todas as etapas do processo em sequência. Já no diagrama à direita (Figura 22 (b)) encontra-se o percurso real desenhado com base na observação direta do trabalhador em trabalho. Na Figura 22 (b), a linha contínua representa o percurso realizado pelo trabalhador a pé, enquanto a linha tracejada indica o percurso efetuado pelo trabalhador utilizando o empilhador.

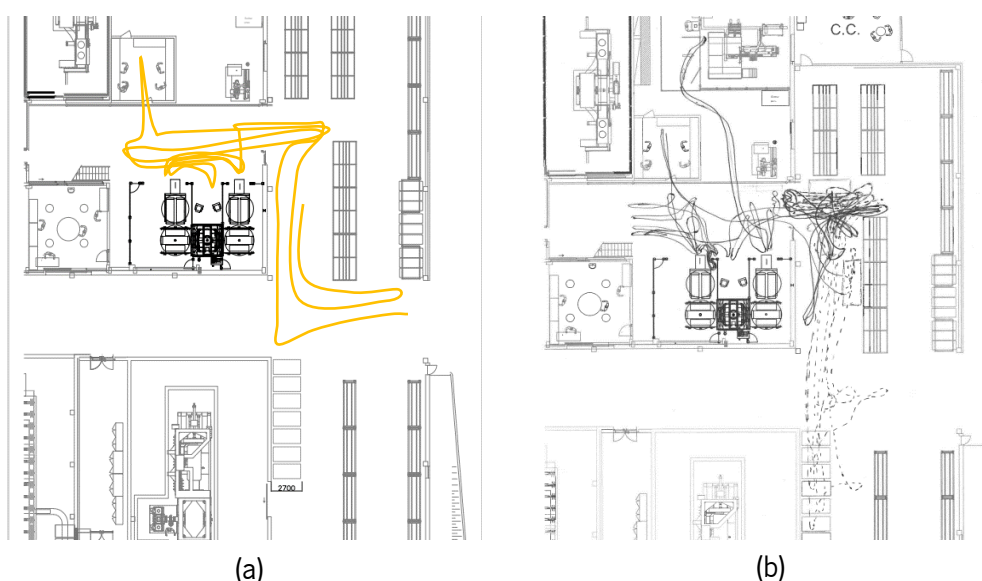


Figura 22 - Percurso do operador: (a) planeado; (b) real

Através da observação dos dois diagramas, comprovou-se que o processo está disperso ao longo do *layout* do Centro de Testes e Avaliação, resultando num fluxo pouco eficiente. Assim, o trabalhador realizava movimentações que se traduzia em perdas de tempo durante as movimentações e transportes de pneus ao longo das etapas.

A análise dos diagramas revelou a necessidade de uma reestruturação de *layout*. Esta proposta de reestruturação, visa reduzir deslocações e promover um fluxo mais fluido e eficiente. Espera-se também, uma diminuição de tempo despendido em várias etapas do processo, resultando em melhorias na eficiência do mesmo.

4.2.1.6. Inventário de *inbound* e *outbound*

Os transportes dos pneus no Centro de Testes e Avaliação são realizados diariamente entre as 8h e as 17h, com uma média de nove viagens por dia. Como referido anteriormente, cada carga transportada pode conter até duas paletes, sendo que cada paleta comporta entre 1 e 5 pneus. Estes transportes são realizados com três finalidades:

- Transportar pneus entre a produção e o Centro de Testes e Avaliação, tanto para a realização do teste de *shearografia*, como para a devolução à produção de pneus testados;
- Transportar pneus para serem descartados, após terem sido testados e identificados como *scrap*;
- Transportar pneus entre o armazém e o Centro de Testes e Avaliação, tanto para testes quanto para armazenamento.

O transporte de pneus para *scrap* é realizado sempre que necessário, assegurando que o Centro de Testes e Avaliação se mantenha livre de resíduos. Os transportes relativos ao armazém seguem um horário específico: às quartas e sextas-feiras são transportados pneus do armazém para o Centro de Testes e Avaliação e às quintas-feiras, na carga antes do almoço, são transportados pneus do Centro de Testes e Avaliação para o armazém.

Como referido, no que toca ao transporte de pneus para serem testados na *shearografia*, o objetivo diário é transportar 32 pneus, com uma margem adicional de até mais oito. Pretende-se, ainda, a devolução do maior número de pneus possível à produção, depois de testados. Contudo, uma vez que estes transportes devem ser realizados no horário disponível, tal acarreta problemas, como a acumulação de paletes de pneus a serem testados durante o turno da manhã, e de paletes de pneus

testados durante o início e o fim do dia. Esta situação vai contra os princípios do JIT, que visa a redução do inventário e a sincronização precisa do fluxo de trabalho.

Apesar do processo de *shearografia*, numa perspetiva macro, pretender seguir um fluxo puxado, onde apenas os pneus necessários pela produção são testados, este fluxo é empurrado do ponto de vista do Centro de Testes e Avaliação, devido à variabilidade dos horários de transportes e uma vez que estes são realizados sem serem requeridos pelo mesmo, o que contribui para a formação de inventário tanto no início como no final do processo.

Para compreender o comportamento do inventário, foi realizado um levantamento ao longo de vários dias. A análise revelou que o inventário de *inbound* é, em média, 6 paletes. O período mais crítico para o *inbound* tendia a ocorrer no início da tarde, tendo apresentado um máximo de 11 paletes. Quanto ao inventário de *outbound*, apresentava valores médios de 11 paletes, sendo que as suas horas mais críticas se verificavam no início e no final do dia, o máximo registado foi de 18 paletes. No total de *inbound* e *outbound*, foi calculado o número médio de paletes em inventário que foi 17 paletes.

As paletes devem ser organizadas nos locais indicados, com a possibilidade de serem empilhadas até dois níveis, colocando uma paleta sobre outra já armazenada. Em diversas ocasiões, devido ao número de paletes presentes, é necessário utilizar espaço adicional de armazenamento no Centro de Testes e Avaliação.

Dado este cenário, foi analisada a área necessária para o armazenamento das paletes. Desta forma, quando o inventário atingia a média de 6 paletes de *inbound* e 11 de *outbound*, esta ocupação do espaço, em termos de área, correspondia a 3 e 6 paletes, respetivamente.

Cada paleta tem 2,39 metros de comprimento e 1,25 metros de largura. No entanto devido às dimensões de alguns pneus, que ultrapassam a largura das paletes, o espaço necessário para cada paleta pode chegar aos 2,04 metros de largura.

Para acomodar a média de paletes nas zonas de *inbound* e *outbound*, seriam necessárias as seguintes dimensões:

- para *inbound* uma área de 14,6 m² (2,39 metros por 6,11 metros)
- para *outbound* uma área de 29,2 m² (2,39 metros por 12,22 metros).

Quando o número de paletes atingia o valor máximo, o espaço necessário aumentava. Para o inventário máximo de *inbound* (11 paletes), era requerida uma área 29,2 m², que correspondia a 2,39 metros por

12,22 metros. Já para o máximo de *outbound* (18 paletes), a área necessária era de 43,4 m², o equivalente a 2,39 metros por 18,33 metros.

Esta variabilidade no fluxo mostrou a necessidade de uma gestão mais eficiente do inventário e dos transportes, de modo a racionalizar o fluxo de trabalho, minimizar os desperdícios de tempo e recursos associados à gestão do inventário, bem como à redução do mesmo.

4.2.2. Centro de Testes e Avaliação

4.2.2.1. Organização e gestão visual

A situação inicial no Centro de Testes e Avaliação apresentava ausência de uma estrutura organizada para o armazenamento de ferramentas, consumíveis e peças sobresselentes. Estes materiais que fornecem apoio à operação e às máquinas encontravam-se distribuídos em cinco armários espalhados por diferentes locais, sem uma classificação clara por tipo de material. Esta dispersão dos materiais dificultava a sua localização rápida e eficiente.

Relativamente à gestão visual, foi possível identificar que algumas prateleiras e gavetas encontravam-se corretamente identificadas, enquanto outras não possuíam identificação, e, em alguns casos, as etiquetas não correspondiam ao material armazenado no local (Figura 23).



Figura 23 - Armazenamento de ferramentas, consumíveis e cintas.

No quadro de ferramentas não existia identificação específica para cada uma, tornando a reposição correta e rápida das ferramentas nos devidos lugares mais difícil. A falta de local específico para cada item contribuía para que os materiais e ferramentas se encontrassem dispersos (Figura 24), resultando em desperdícios de tempo e de movimentação pelo Centro de Testes e Avaliação aquando da tentativa de os localizar.



Figura 24 - *Spare*s da máquina de corte, Agro e OTR e ferramentas

Foi também observado que nos vários locais de arrumação se encontravam ferramentas danificadas ou até mesmo lixo, como se verifica na Figura 25.

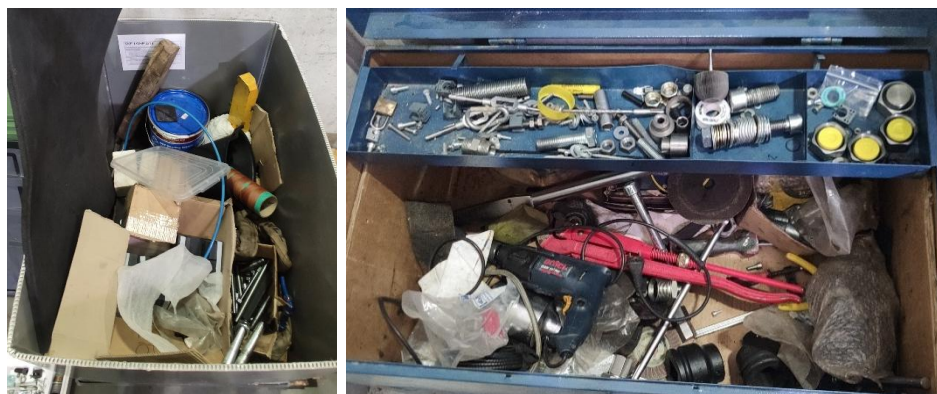


Figura 25 - Resíduos acumulados

Para além da parte da operação, também foi possível observar que na sala de controlo, muitas vezes, se encontravam testes espalhados pelas várias mesas (Figura 26) não havendo organização.



Figura 26 - Testes nas mesas

Com o objetivo de avaliar e melhorar o estado geral da operação, em termos de organização e gestão visual, foi realizada uma Auditoria 5S. Esta, foi baseada no modelo fornecido pela empresa, tendo sido adaptado especificamente para este contexto, uma vez que nunca havia sido implementada uma auditoria semelhante no local. O modelo utilizado, em formato *Excel* (Anexo 5) avaliou os critérios de cada um dos 5S, com pontuações que variam de 0 a 4, onde é possível verificar as respectivas avaliações na Tabela 4.

Tabela 4 - Classificação relativa à Auditoria 5S

Pontuação	Porcentagem	Avaliação
0	0 a 50%	Péssimo
1	51 a 70%	Mau
2	71 a 80%	Médio
3	81 a 90%	Bom
4	91 a 100%	Excelente

O resultado global obtido na auditoria foi de 74%, o que indica um desempenho médio, de acordo com o critério de avaliação da empresa, em termos de organização e gestão visual (Apêndice 2). Na Figura 27 verificam-se os resultados relativos a cada S. Os que obtiveram pior classificação são Triagem, Arrumação e Disciplina.

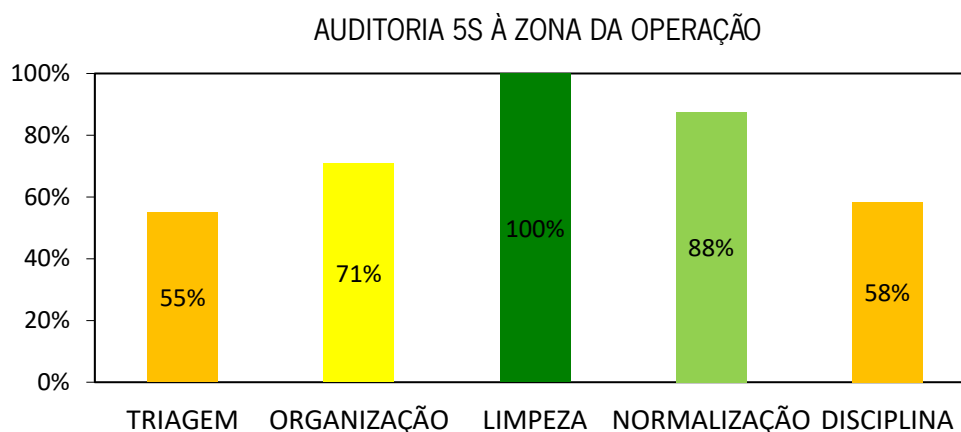


Figura 27 - Resultado de cada S na primeira auditoria 5S

Estes resultados demonstram que, embora existissem práticas de organização em vigor, haveria ainda espaço para melhorias, especialmente na padronização e identificação clara dos materiais e ferramentas, na arrumação das mesmas e na implementação constante de melhoria. Também foi evidenciada a necessidade de intervenção e preparação de um local onde estejam localizados todos estes materiais.

4.2.2.2. Comunicação entre trabalhadores

A comunicação entre os trabalhadores é essencial para garantir o bom funcionamento da execução das tarefas. No Centro de Testes e Avaliação verificou-se que a passagem de informações é realizada verbalmente, com suporte de uma pasta partilhada no computador onde se encontram armazenados os documentos, e, ainda, através do relatório de turno.

O relatório de turno é preenchido pelos técnicos. Este desempenha um papel fundamental na transmissão de informações do trabalho realizado no turno em questão, do trabalho que ficou pendente e terá de ser realizado no turno seguinte, problemas que surgiram durante o turno e outras informações relevantes.

É realizada uma reunião semanal, às sextas-feiras, onde estão presentes todos os trabalhadores para discutir os problemas enfrentados durante a semana, as conquistas da equipa e os planos para as semanas seguintes. Esta reunião tem a intenção de informar a equipa de todos os objetivos para a semana, de forma que todos os membros da equipa estejam devidamente informados.

Apesar das várias formas de passagem de informação, foi possível identificar, através de diálogos estabelecidos com os trabalhadores, dificuldades significativas na comunicação entre os mesmos. A comunicação verbal, amplamente utilizada, revelou-se particularmente problemática, uma vez que as informações nem sempre eram transmitidas de forma clara ou eficaz, frequentemente não chegando a todos os envolvidos. Estas falhas na partilha de informação originavam lacunas comunicativas, criando situações de incerteza e dificultando a coordenação das atividades. Como resultado, era comum que os técnicos gastassem tempo à procura de informações sobre as tarefas a desempenhar, o que gerava atrasos no trabalho.

Verificaram-se, também, dificuldades relacionadas com a definição de prioridades de tarefas. Quando surgiam vários pedidos de tarefas prioritárias no mesmo dia, vindos de diferentes pessoas da gestão e da área da engenharia, os trabalhadores enfrentavam dificuldades em identificar quais as realmente prioritárias. Embora as alterações de prioridades pudessem ser comunicadas verbalmente, ou mesmo através de alterações nos documentos existentes para esse propósito, nem sempre eram eficazmente transmitidas a todos os trabalhadores. Como consequência, verificavam-se casos de tarefas realizadas que não seriam necessárias ou tarefas que eram realizadas sem ter em conta as prioridades, prejudicando o fluxo de trabalho do Centro de Testes e Avaliação.

Resumidamente, a comunicação entre todas as partes envolvidas apresentava falhas, resultando em perdas de informação, má gestão de tarefas prioritárias e desperdício de tempo, tornando-se necessário a aplicação de melhorias no processo de comunicação interna.

4.2.2.3. Instruções de trabalho inexistentes ou desatualizadas

Foi possível analisar que para alguns processos as instruções de trabalho não existiam ou se encontravam desatualizadas. A inexistência ou desatualização destas instruções de trabalho constituía um problema, uma vez que estes documentos asseguram a normalização dos processos, evitando erros, ineficiências e retrabalho.

A ausência destes documentos impactava o processo de formação de novos trabalhadores, tornando todo o processo menos eficiente. Poderia, ainda, expor a empresa a não conformidades durante auditorias, com risco de não cumprir com os requisitos normativos da empresa.

4.3. Síntese dos problemas identificados

A síntese dos problemas relatados apresenta-se na Tabela 5, assim como as respetivas consequências.

Tabela 5 - Resumo dos problemas identificados

Problema identificado	Consequências
Ausência de registos de tempos padrão para atividades do processo de <i>shearografia</i>	Dificuldade na gestão e racionalização dos recursos
Capacidade máxima de testagem da máquina de <i>shearografia</i> não alcançada	Baixa eficiência da máquina com OEE médio de 62%
Paragens não planeadas da máquina.	Perda de disponibilidade; variação nos resultados diários.
Comunicação insuficiente e falta de planeamento entre a fábrica e o Centro de Testes.	Interrupções no processo e baixa coordenação; variação nos resultados diários.
<i>Layout</i> ineficiente no Centro de Testes e Avaliação.	Longas distâncias percorridas de movimentações e transportes; perdas de tempo em movimentações e transportes
Falta de sincronização nos transportes de pneus (JIT não cumprido).	Variabilidade de inventário; faltas de material; acumulação de inventário e espaço insuficiente.
Desorganização e gestão visual insuficiente no Centro de Testes.	Dificuldade em localizar ferramentas e materiais; aumento do tempo de execução; má organização; movimentações excessivas para procura e recolha de ferramentas.
Comunicação interna insuficiente entre trabalhadores.	Perdas de informação; prioridades mal definidas; tarefas desnecessárias realizadas; perdas de tempo à procura de informações.
Falta de normalização e documentação de trabalho.	Erros frequentes; variabilidade nos processos; dificuldade na formação de novos trabalhadores.

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

O presente capítulo destina-se à apresentação das propostas de melhoria relativas aos problemas e oportunidades de melhoria identificados no capítulo 4. As propostas têm como objetivo melhorar o processo de *shearografia*, a organização do Centro de Testes e Avaliação e, ainda, a comunicação entre os trabalhadores.

5.1. Estudo de tempos

Um dos objetivos deste projeto seria quantificar os recursos humanos necessários para a execução das tarefas do processo de *shearografia*. Para tal, foi determinado o Tempo Padrão (TP), tempo necessário, sob certas condições de medição padronizadas, para a realização de tarefas através da Medida do Trabalho. Pretendia-se calcular o TP de cada atividade, realizada pelo trabalhador, por pneu.

A técnica da Medida do Trabalho a utilizar é influenciada pelo tipo de trabalho a medir. Desta forma, foi selecionada, para a determinação do TP, a técnica do Estudo de Tempos ou Cronometragem. A escolha desta técnica justifica-se pela natureza repetitiva das tarefas em estudo, que, apesar de não apresentarem ciclos curtos, permitem uma medição rigorosa e detalhada dos tempos, essencial para estabelecer Tempos Padrão e promover a otimização do processo.

O Estudo dos Tempos ou Cronometragem consiste em registar os tempos e todas as condições de execução de cada tarefa, analisar os dados recolhidos, de forma a obter o tempo de execução a um nível de rendimento bem definido. Esta medição do tempo, efetuada com o cronómetro, foi realizada simultaneamente com a observação e classificação da cadência de trabalho do trabalhador. Foram, ainda, registados outros fatores que poderiam influenciar o tempo de execução, como por exemplo, as condições de trabalho e ocorrências irregulares.

5.1.1. Estudo de tempos Homem e Homem-máquina

Para a realização do estudo de tempos relativamente às atividades Homem e Homem-máquina foi necessário:

1. Dividir a atividade em elementos a estudar

A primeira fase da realização deste estudo foi decompor as várias etapas do processo de *shearografia* em elementos passíveis de serem cronometrados e analisados independentemente. Estes elementos

basearam-se em movimentos realizados pelo trabalhador. No Apêndice 3 constam os elementos relativos ao trabalhador para cada etapa.

2. Recolher os tempos observados

Depois da definição dos elementos a serem estudados, procedeu-se à recolha dos tempos observados através da cronometragem. Inicialmente, foram recolhidos dados durante dois dias de trabalho, permitindo a observação de vários ciclos. Esses tempos foram anotados, em segundos, e posteriormente registados numa folha de *Excel*.

3. Determinar a precisão e dimensão da amostra

Para avaliar a precisão da amostra e verificar se os dados recolhidos seriam suficientes para assegurar a fiabilidade do estudo, foi utilizado um nível de confiança de 85%, e um erro de 10%, conforme solicitado pela empresa. A utilização de um nível de confiança de 95%, com um erro de 5%, resultaria num número de observações inviável de obter dentro do prazo deste projeto.

Para determinar o número de observações necessárias para o estudo (N'), utilizou-se a fórmula:

$$N' = \left(\frac{Z \times s}{\varepsilon \times m} \right)^2$$

Nesta equação, Z representa o valor correspondente da tabela da distribuição normal de acordo com o nível de confiança definido. O parâmetro ε refere-se ao limite superior do erro, que neste estudo definiu-se como sendo igual a $\pm 10\%$. As variáveis m e s correspondem, respetivamente, à média e ao desvio padrão dos dados recolhidos.

Para garantir que o número de observações registadas (N) é suficiente, o valor de N' deve ser inferior ou igual a N . Com base nos tempos observados até aquele momento, foi possível determinar que seria necessário continuar a registar tempos até que N' fosse inferior ou igual às observações registadas, N . No Apêndice 4 encontram-se os tempos observados em segundos de cada elemento, e o cálculo do seu respetivo N' .

4. Realizar o julgamento da atividade

No estudo dos tempos, foi essencial considerar a avaliação de desempenho dos trabalhadores no momento do registo dos tempos observados. Desta forma, foi necessário realizar o julgamento da atividade, tendo em conta a cadência do trabalho do trabalhador, obtendo o Fator de Atividade (FA), apresentado no Apêndice 4. O julgamento da atividade (Figura 28) reflete o ritmo de execução do trabalhador em estudo, comparando com o ritmo da atividade de referência (AR). Este AR foi baseado

em várias observações do desempenho de um trabalhador qualificado, com um desempenho médio e que se encontrava a trabalhar em condições normais.

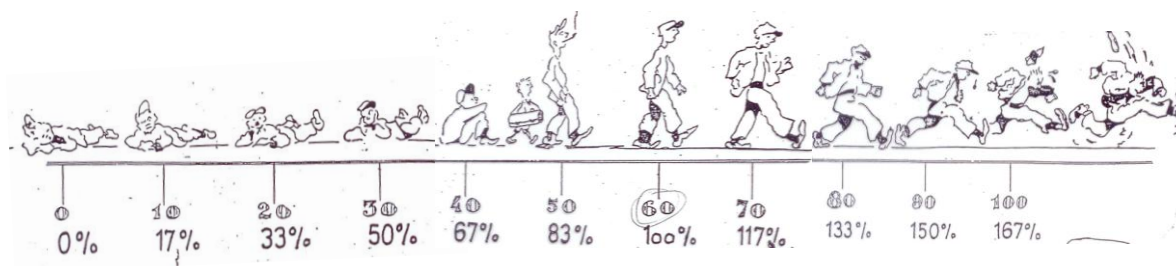


Figura 28 - Avaliação do ritmo de trabalho do trabalhador (fornecida pela Continental)

Neste estudo foi utilizada uma avaliação objetiva, proposta por Mundel, de forma a determinar os fatores de atividade ajustados. Esta avaliação envolve dois passos principais:

- O ritmo observado foi comparado com o AR, previamente definido, como referido anteriormente, e de acordo com as especificidades da empresa, obtendo o FA. Esta avaliação não tem em consideração a dificuldade das tarefas do trabalhador.
- A avaliação feita anteriormente foi ajustada, em função da dificuldade de execução de cada elemento, através da aplicação de ajustamentos de dificuldade (A_j) (Apêndice 5) que se traduz num aumento percentual que foi aplicado ao FA. Este A_j foi obtido através das tabelas que se encontram no Anexo 6. Para obter o ajustamento total de dificuldade ($\sum A_j$) para um dado elemento calculou-se a soma dos ajustamentos aplicados.

Para a determinação do fator de atividade ajustado (FA_{aj}) utilizou-se a equação:

$$FA_{aj} = \overline{FA} \times \left(1 + \frac{\sum A_j}{100} \right)$$

5. Calcular o Tempo Normalizado

Recolhidos todos os dados mencionados anteriormente, foi possível calcular os tempos normalizados ($\overline{TN}$) de cada elemento (Apêndice 6). O cálculo foi realizado aplicando a equação:

$$\overline{TN} = \overline{TO} \times \frac{FA_{aj}}{100}$$

Na Tabela 6 apresentam-se os resultados dos Tempos Observados, o Fator de atividade ajustado e os Tempos Normalizados.

Tabela 6 – Atividades do processo com TO, TN e TP e FA

Etapas	Elementos	$\overline{TO}$ (s)	FA _{aj} (%)	TN (s)	TN Total (s)
Rececionar pneus	Assinar folha de serviço	2,38	99,91	2,38	119,90
	Entrar no empilhador	4,35	99,70	4,33	
	Descarregar camião para zona de <i>inbound</i>	43,69	108,19	47,27	
	Carregar camião	51,06	108,55	55,43	
	Sair do empilhador	4,51	99,58	4,49	
	Registar entrada e saída de pneus	6,00	100,00	6,00	
Transportar pneu	Entrar no empilhador	4,35	99,70	4,33	84,51
	Transportar pneu para a zona de teste	69,53	108,85	75,69	
	Sair do empilhador	4,51	99,58	4,49	
Identificar pneu	Recolher folha IV	6,75	99,93	6,75	6,75
Registar pneu	Registar pneu no computador	61,87	99,58	61,61	120,83
	Marcar linha no DOT	13,76	112,76	15,52	
	Colar etiqueta no pneu	26,20	113,57	29,76	
	Colocar folhas IV na máquina	5,20	99,08	5,15	
	Carregar teste no computador	8,81	99,96	8,80	
Testar pneu	Preparar entrada do pneu SS	54,00	107,50	58,05	333,14
	Colocar pneu na máquina para teste SS	56,54	107,87	60,99	
	Prepara entrada do pneu OSS	61,14	108,00	66,03	
	Colocar pneu na máquina para teste OSS	69,06	108,00	74,58	
	Retirar pneu da máquina de teste	68,05	108,00	73,50	
Avaliar pneu	Abrir ficheiro	4,16	100,00	4,16	61,61
	Esperar pelo programa	19,42	-	19,42	
	Identificar falhas	25,42	110,00	27,96	
	Classificar pneu	2,75	100,00	2,75	
	Submeter avaliação	3,02	99,92	3,02	
	Apontar classificação na folha IV	4,31	99,91	4,31	
Devolver pneu à produção	Limpar DOT e retirar etiqueta do pneu	29,57	113,38	33,52	162,80
	Entrar no empilhador	4,35	99,70	4,33	
	Colocar pneu na paleta	56,13	108,61	60,96	
	Sair do empilhador	4,51	99,58	4,49	
	Colocar paleta no local de <i>outbound</i>	33,00	108,80	35,90	
	Identificar paleta de acordo com a avaliação	23,50	100,39	23,59	

6. Aplicar Correções

Com o objetivo de obter o Tempo Padrão, foi necessário aplicar correções ao Tempo Normalizado determinado anteriormente. Foram aplicadas três categorias de correções, correções de repouso, correções para ocorrências irregulares e correções de atividades periódicas.

- Correções de repouso: estas correções foram aplicadas a fim de ter em conta as necessidades pessoais do trabalhador e também a possibilidade de se recompor dos efeitos fisiológicos e psicológicos da realização de cada tarefa.
 - Correções de necessidades pessoais – foi utilizada a correção de 6%, pré-definida pela empresa.
 - Correções de fadiga – foi calculada, através de uma folha *Excel* fornecida pela empresa, tendo em conta as correções base de fadiga e as correções variáveis.
- Correções para ocorrências irregulares: aplicaram-se estas correções para tarefas que ocorriam durante o dia de trabalho de forma irregular; neste caso, estas tarefas eram transportar paletes vazias, mover pneus e comunicar com os colegas. Para serem calculadas utilizou-se a seguinte equação:

$$C = \left(\frac{\text{Média do tempo} \times \text{Média das ocorrências}}{\text{Período de trabalho}} \right) \times 100$$

- Correções para atividades periódicas: estas correções foram usadas em tarefas executadas periodicamente como: preparar turno, colocar e remover empilhadores do carregamento e mudar a bateria do comando da grua. Foram calculadas através da equação:

$$C = \left(\frac{\text{Média do tempo}}{\text{Período de trabalho}} \right) \times 100$$

Apresenta-se no Apêndice 7 o cálculo e os resultados das correções na Tabela 7:

Tabela 7 - Correções utilizadas no Estudo dos Tempos e os seus resultados

Categoria	Correções (C)	Percentagem (%)
Correções de Repouso	Necessidades pessoais – C_1	6%
	Fadiga – C_2	11%
Correções para ocorrências irregulares	Transportar paletes vazias - C_3	2,6%
	Mover pneus - C_4	1,36%
	Comunicar com colegas - C_5	1,59%

Correções para atividades periódicas	Preparar turno - C_6	2,04%
	Colocar/Remover empilhadores de carregar - C_7	0,14%
	Mudar bateria do comando da grua - C_8	0,07%

7. Calcular o Tempo Padrão

Finalmente, para o cálculo do tempo padrão de cada tarefa, foram usadas as correções para ocorrências irregulares e correções de fadiga, apresentadas na equação abaixo indicada. Na Tabela 8 apresentam-se os resultados obtidos.

$$TP = TN \times \left(1 + \frac{C_2 + C_3 + C_4 + C_5}{100} \right)$$

Tabela 8 - Resultados do TP de cada etapa

Etapas	TN		TP	
	s	min	s	min
Receber/Enviar pneus	119,90	2,00	139,74	2,33
Transportar pneus	84,51	1,41	98,49	1,64
Identificar pneus	6,75	0,11	7,86	0,13
Registrar pneus	120,83	2,01	140,83	2,35
Testar pneus	333,14	5,55	388,26	6,47
Avaliar pneus	61,61	1,03	71,81	1,20
Arrumar pneus	162,80	2,71	189,74	3,16
TOTAL	889,55	14,83	1036,74	17,28

Correções	0,17
-----------	------

5.1.2. Estudo dos tempos máquina

Relativamente à realização do estudo de tempos da máquina foi necessário:

1. Dividir a atividade em elementos a estudar

A máquina de *shearografia* é constituída por duas unidades de carga: uma de entrada dos pneus (designada como unidade de carga 1, UC1) e outra para a de saída dos pneus (designada como unidade de carga 2, UC2). Além disso, a máquina dispõe de quatro tapetes, dos quais dois são destinados à receção dos pneus para a máquina (tapetes 1 e 2, T1 e T2) e os outros dois à saída de pneus (tapetes 3 e 4, T3 e T4), como se encontra ilustrado na Figura 29.

Esta máquina pode conter cinco pneus no seu interior, sendo que é testado apenas um de cada vez, enquanto os outros se encontram em posições de espera, para entrada ou saída da máquina. No entanto, a máquina tem capacidade de realizar tarefas em simultâneo, como por exemplo, testar pneus, movimentar pneus entre os tapetes e, ainda, elevar ou baixar as unidades de carga.

Dada a capacidade da máquina de executar as tarefas em simultâneo, a máquina foi dividida em três centros de trabalho, *work centers* (WC), distintos, identificados como WC 1, 2 e 3. Para a divisão em elementos foram tidos em conta estes WC (Tabela 9). É importante salientar que, dada a capacidade da máquina de executar várias tarefas ao mesmo tempo, no cálculo do tempo de ciclo, só irá ser considerado o tempo associado ao WC 2.

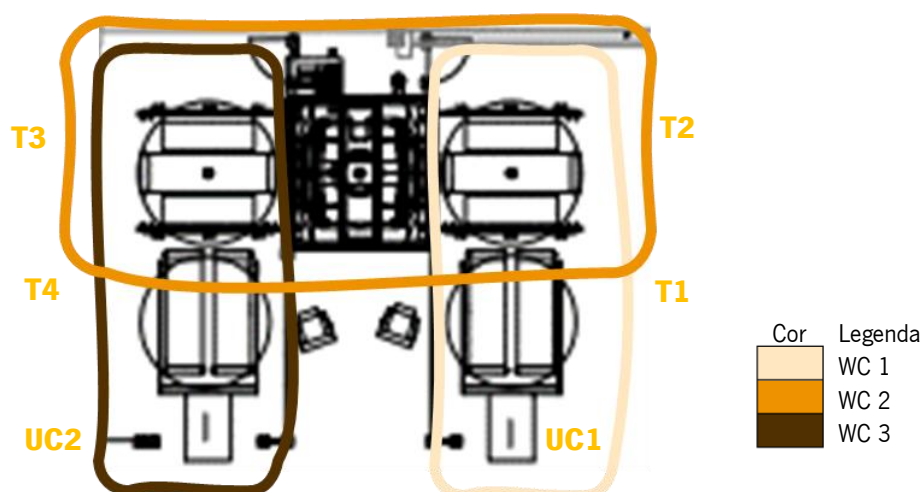


Figura 29 - Layout da máquina de *shearografia*

Tabela 9 - Elementos da máquina de *shearografia*

	Elementos
WC 1	Baixar unidade de carga 1
	Transportar pneu do tapete 1 para o tapete 2
	Rodar tapete 2
WC 2	Transportar pneu do tapete 2 para a máquina
	Fechar porta da máquina
	Testar pneu
	Abrir porta da máquina
	Transportar pneu da máquina para o tapete 3
WC 3	Rodar tapete 3
	Transportar pneu do tapete 3 para o tapete 4
	Elevar unidade de carga 2

2. Definir as referências de pneus a estudar – Análise Pareto

O tempo necessário para a realização dos testes na máquina de *shearografia* depende de dois fatores principais: o número de secções analisadas por pneu e o número de imagens capturadas por cada secção. Estes fatores variam conforme a referência específica do pneu em questão. A partir da análise dos dados recolhidos relativamente aos últimos dois anos, constatou-se a existência de 90 referências diferentes de pneus.

Por forma a ser possível realizar o estudo, tornou-se necessário realizar uma análise ABC (Apêndice 8) com o objetivo de identificar as referências que representavam a maior parte da produção. Assim, verificou-se que apenas dez referências de pneus eram responsáveis por 80% dos testes realizados na máquina. Com base nesta informação e em acordo com a empresa, decidiu-se estudar as doze referências de pneus mais testadas, uma vez que fornecem uma amostra representativa e relevante para a análise pretendida.

3. Recolher os tempos observados

O processo de teste de cada pneu na máquina de *shearografia* é realizado em duas fases diferentes. Para que o teste seja considerado completo, é necessário colocar o pneu do lado do número de série (SS), e também do lado oposto ao do número de série (OSS). Assim, foi necessário registar os tempos correspondentes a cada uma das faces para as doze referências de pneus em estudo (Apêndices 9 e 10), tendo sido recolhidos ao longo de aproximadamente um mês e meio.

4. Determinar a precisão e dimensão da amostra

Após a seleção das referências de pneus a serem estudados e recolha dos tempos da máquina, foi necessário avaliar a precisão da amostra e verificar se os dados recolhidos seriam suficientes para assegurar a fiabilidade do estudo. Para tal calcularam-se os valores de N' , através da equação:

$$N' = \left(\frac{Z \times s}{\varepsilon \times m} \right)^2$$

Esta observação, apesar de condicionada devido ao plano de produção de pneus, segundo o cálculo do N' , atingiu o número de observações suficientes para o estudo, de forma a haver precisão na amostra (Apêndice 9).

5. Calcular o tempo dos pneus na máquina

Uma vez recolhidos os tempos de cada fase do teste, procedeu-se ao cálculo dos tempos da máquina. Para tal, foi necessário calcular a média ponderada dos tempos referentes aos testes realizados, tanto no lado SS, quanto no lado OSS. Podemos verificar o resultado destes tempos na Figura 30.

	Pneus	Tire Dim Class	% testes realizados	TEMPO TOTAL	TEMPO TOTAL SS	TEMPO TOTAL OSS	
1	20.5 R 25	OTR	13,078%	1412,97	789,47	623,50	
2	23.5 R 25	OTR	11,084%	1408,53	787,33	621,20	
3	18.00 R 25	OTR	8,844%	578,50	368,50	210,00	
4	29.5 R 25	OTR	8,437%	1463,50	731,50	732,00	
5	18.00 R 33	OTR	7,341%	605,00	394,75	210,25	
6	450/95 R 25	OTR	6,671%	587,00	376,00	211,00	
7	26.5 R 25	OTR	5,988%	1200,20	682,20	518,00	
8	14.00 R 24	OTR	5,359%	590,75	380,25	210,50	
9	24.00 R 35	OTR	5,180%	601,80	393,00	208,80	
10	480/95 R 25	OTR	5,114%	584,50	372,50	212,00	
11	35/65 R 33	OTR	4,353%	1161,00	718,50	442,50	
12	21.00 R 33	OTR	4,018%	1129,00	659,50	469,50	
				1005,78	581,85	423,93	s
				16,76	9,70	7,07	min

Figura 30 - Tempos de cada referência de pneu e resultado da média ponderada

5.2. Determinação dos recursos necessários ao processo de *shearografia*

Como referido anteriormente, o objetivo seria calcular os recursos necessários de mão de obra, por dia, no processo de *shearografia*, de forma a satisfazer a procura do número de testes de pneus realizados diariamente. Este valor, como já referido, definido entre a produção e o Centro de Testes e Avaliação corresponde a 32 pneus por dia.

Para o cálculo dos recursos necessários de mão de obra, calculou-se o tempo disponível do trabalhador por turno, bem como o tempo necessário para realizar todas as tarefas do processo relativas ao

trabalhador para testar 32 pneus. Na determinação do tempo disponível do trabalhador, utilizaram-se os dados referentes às correções de necessidades pessoais e correções para atividades periódicas, determinadas anteriormente, e os tempos das refeições. Estas correções foram subtraídas ao tempo total disponível do dia, dado que estas atividades não estão diretamente relacionadas com o teste individual de cada pneu, permitindo assim uma estimativa mais realista do tempo efetivamente disponível para a realização das tarefas do processo. Obtiveram-se os seguintes valores apresentados na Figura 31.

HOMEM						
Etapas	TN		TP			
	s	min	s	min	min	h
Receber/Enviar pneus	119,90	2,00	139,74	2,33	TEMPO HOMEM / PNEU	17,28 0,29
Transportar pneus	84,51	1,41	98,49	1,64	TEMPO ABERTURA	960,00 16,00
Identificar pneus	6,75	0,11	7,86	0,13	TEMPO REFEIÇÃO	80,00 1,33
Registrar pneus	120,83	2,01	140,83	2,35	NECESSIDADES PESSOAIS	57,6 0,96
Testar pneus	333,14	5,55	388,26	6,47	TAREFAS AUXILIARES	22,93 0,38
Avaliar pneus	61,61	1,03	71,81	1,20		
Arrumar pneus	162,80	2,71	189,74	3,16	TEMPO DISPONIVEL/ DIA	799,47 13,32
TOTAL	889,55	14,83	1036,74	17,28	TEMPO DISPONIVEL/ TURNO	399,73 6,66
Correções	0,17					

Figura 31 - Tempos relativos às atividades do Homem

Finalmente, determinou-se o número de trabalhadores necessários por dia no processo de *shearografia*, o qual é o quociente entre o tempo necessário para realizar todas as tarefas do processo, relativas ao trabalhador para testar 32 pneus, e o tempo disponível do trabalhador por turno. Foi também calculado o número de trabalhadores necessários para o caso de serem testados 40 pneus por dia.

Para qualquer número de pneus testados, seria necessário ter dois trabalhadores por dia, um para cada turno, como se pode verificar na Figura 32.

	32 pneus	40 pneus
Tempo homem/dia	552,93 min	691,16 min
Nº operadores/ dia	1,38	1,73

Figura 32 - Resultados do número de recursos de mão de obra

5.3. Novo layout

Tal como referido no quarto capítulo, na análise da situação atual, foram identificados problemas no fluxo do processo de *shearografia*. Estes problemas manifestavam-se em movimentações e transportes ao longo das diversas etapas do processo, comprometendo a eficiência e resultando em tempos de atravessamento mais longos.

Com o objetivo de reduzir estes problemas e melhorar o fluxo do processo, propôs-se uma reestruturação do *layout* existente. Assim, sugeriu-se que a máquina de *shearografia* fosse reposicionada de forma a ficar adjacente ao centro de comunicação, como representado na Figura 33. Esta nova localização permitiria que a zona de *inbound* e *outbound* de pneus fosse colocada diretamente à frente da máquina.

Adicionalmente, recomendou-se a instalação de um computador e uma impressora de etiquetas entre os tapetes da máquina. Tornando possível que toda a etapa relativa ao registo de pneus fosse realizada nas proximidades do fluxo de produção.

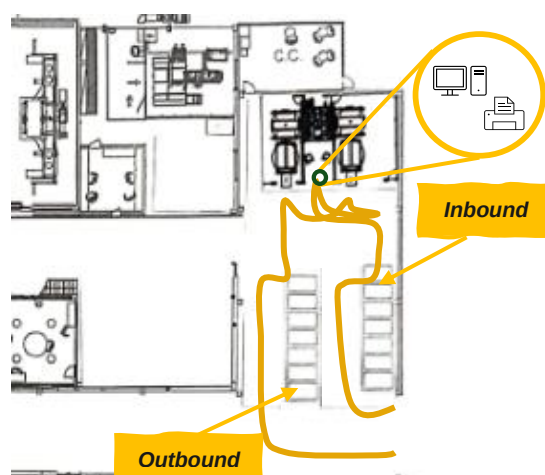


Figura 33 - Proposta do novo layout da máquina de *shearografia*

Esta proposta, visa a redução de distâncias percorridas pelos trabalhadores e dos transportes dos pneus ao longo do processo, tornando o fluxo do mesmo mais fluido e eficiente.

Embora a proposta de reestruturação do *layout* ofereça vantagens como a diminuição de tempo de tarefas que não acrescentam valor ao processo, é importante reconhecer que esta alteração implica custos, e que a sua implementação requer uma interrupção dos testes realizados na *shearografia*. Desta forma, a decisão de se avançar com esta reestruturação deve ser ponderada.

5.4. Redução do inventário de *inbound* e *outbound*

Manter inventário de pneus para testes e de pneus testados no Centro de Testes e Avaliação acarreta custos, tanto em termos de espaço físico ocupado, quanto em ineficiências operacionais. De forma a reduzir este inventário e racionalizar o uso do espaço disponível, propôs-se uma alteração no horário de funcionamento da transportadora e a elaboração de um plano de testes que vá ao encontro das necessidades do Centro de Testes e Avaliação

5.4.1. Ajustamento do horário da transportadora

Esta sugestão consiste em alargar o horário de trabalho da transportadora, possibilitando maior flexibilidade na entrega dos pneus no Centro de Testes e Avaliação. Destaca-se que o objetivo não consiste obrigatoriamente em aumentar o número de viagens realizadas pela transportadora, uma vez que esta situação poderia resultar num aumento do inventário. A proposta consiste no alargamento do horário das viagens, assegurando que os pneus sejam transportados de forma sincronizada com as necessidades reais do processo.

A implementação desta melhoria permite que os transportes estejam de acordo com as necessidades do Centro de Testes e Avaliação, contribuindo para a redução do inventário em *inbound* e *outbound*. Desta forma, é possível evitar a acumulação de pneus que ainda não tenham previsão imediata de serem testados, reforçando a aplicação dos princípios *Just-in-Time*, e reduzir o número de pneus em inventário à espera de serem enviados para a produção.

É importante considerar que a implementação desta proposta implica a necessidade de negociação com a transportadora de forma a se ajustarem às necessidades do processo e a minimizarem qualquer possível interrupção no fluxo de trabalho existente.

5.4.2. Criação de plano de testes

De forma a responder eficazmente às exigências da produção e para organizar, de forma adequada, a operação do Centro de Testes e Avaliação, propôs-se a elaboração de um plano de testes semanal. Para a realização deste plano seria necessário ter acesso ao plano de produção da fábrica, assim como às necessidades dos pneus a serem testados. O plano semanal seria a base para a programação dos testes, permitindo que estes estivessem alinhados com as operações do Centro de Testes e Avaliação.

Uma vez elaborado o plano de testes semanal para além de permitir reduzir o inventário de *inbound* e *outbound* e, consequentemente, o tempo de permanência dos pneus em inventário, também, pode permitir evitar tempos de máquina parada relacionados com a falta de pneus.

Além disso, a implementação deste plano também facilita uma gestão mais eficiente dos recursos humanos, uma vez que cria a possibilidade de determinar o número de trabalhadores a alocar ao processo, de acordo com a necessidade de testes a serem realizados, diariamente.

Em suma, com a elaboração do plano de testes semanal, pretende-se uma gestão mais eficaz dos inventários e da alocação dos trabalhadores, contribuindo para um ambiente de produção mais robusto e adaptável às exigências da produção. Contudo, a proposta foi submetida à administração de forma a ser estudada a sua viabilidade, não tendo sido possível implementar esta melhoria.

Como primeiro passo nesta direção, foi desenvolvida uma folha de cálculo em *Excel* (Apêndice 11) que permite calcular o número de horas de *backlog* de testes de pneus, com base nos tempos de testes de cada referência. Adicionalmente, este ficheiro calcula o número de dias necessários para completar os testes, considerando as atuais perdas de eficiência da máquina. Também é possível ajustar a percentagem das várias referências de pneus a serem testadas e calcular a capacidade da máquina de acordo com os pneus que estão a ser produzidos. Neste documento podem ser acrescentados tempos de referências de pneus que não foram estudados neste projeto, de forma a ser um documento mais completo e que seja capaz de fazer os cálculos do *backlog* e da capacidade da máquina para qualquer referência de pneu que seja testada.

5.5. Aumento da taxa de produção de pneus testados

A análise do OEE revelou que a máquina de *shearografia* não estava a testar na sua capacidade máxima, podendo-se concluir que existia uma oportunidade de melhoria. Com base nesta observação, procedeu-

se ao cálculo da capacidade da máquina, tendo o objetivo de maximizar a produção de pneus testados e aumentar a eficiência da máquina.

De forma a realizar este cálculo, foi considerado o tempo de ciclo previamente determinado, tendo sido obtido através da média ponderada dos pneus mais produzidos nos dois últimos anos. Este tempo de ciclo, correspondente ao WC2, representa o tempo que é necessário para um pneu entrar na máquina, completar o teste e voltar a sair da máquina.

Foram contabilizadas as perdas da máquina identificadas no estudo do OEE, que incluem perdas devido a avarias e falhas de equipamento, falta de material e indisponibilidade do trabalhador. Estas perdas reduzem a capacidade de produção, influenciando a eficiência da máquina.

Com base nestes dados, foi possível calcular a capacidade da máquina, tendo sido obtido o valor de 42 pneus diários (Figura 34). Este valor reflete a capacidade diária de testes considerando as condições operacionais presentes no Centro de Testes e Avaliação e as perdas associadas.

MÁQUINA			
	s	min	h
TEMPO DO PNEU NA MÁQUINA - WC2	1144,48	19,07	0,32
Tempo diário	57600	960	16
Perdas máquina		17%	
Tempo disponível	47808	796,8	13,28
CAPACIDADE DA MÁQUINA		42	

Figura 34 - Tempos relativos à disponibilidade da máquina e cálculo da sua capacidade

5.6. Criação da oficina e implementação de gestão visual

A falta de uma localização específica para todas as ferramentas, consumíveis e peças sobresselentes foi identificada como um problema no Centro de Testes e Avaliação. Esta ausência refletia-se na dificuldade de manutenção de um ambiente organizado e na identificação e acesso rápido aos materiais. Definiu-

se, assim, a necessidade de organizar um espaço dedicado ao armazenamento dos materiais, designado como “oficina”.

Por forma a ser possível a criação da oficina, o primeiro passo foi a identificação dos itens que seriam alocados nesse espaço, bem como os que permaneceriam de apoio à operação. Foram levantadas outras necessidades funcionais da oficina, estudada a forma como seria organizada e a sua localização.

Foi criada uma equipa responsável por este projeto, que se reuniu com o objetivo de compreender os requisitos para a oficina, além do armazenamento dos materiais. Durante a reunião foram identificadas as seguintes necessidades:

- **Armazenamento:** armários e prateleiras adequados para ferramentas, *sparcs* e consumíveis;
- **Mesa de operação:** espaço para pequenas manutenções e outros trabalhos necessários;
- **Armário de calibração:** local para armazenar instrumentos em diferentes fases de calibração- os que estão a aguardar calibração, os que estão calibrados, mas à espera de aceitação, e os novos que estão à espera de aceitação;
- **Posto de carregamento:** um local destinado ao carregamento de ferramentas e de comandos das gruas.

5.6.1. Identificação da necessidade e a localização futura dos itens

Dado que o resultado obtido na auditoria foi médio, de acordo com o critério de avaliação da empresa, tornou-se necessário implementar o programa 5S. Como todos os trabalhadores tinham formação em 5S, não foi necessária a realização de uma sessão formativa. De forma a relembrar os conceitos, foi criado um infográfico tendo sido distribuído em vários pontos do Centro de Testes e Avaliação e enviado por correio eletrónico para toda a equipa.

A primeira fase do programa 5S foi a realização do *Seiri*, que consiste em separar e descartar o que não é necessário. Como as ferramentas, *sparcs* e consumíveis encontravam-se dispersos pelo Centro de Testes e Avaliação, considerou-se realizar o *Seiri* por fases, com uma equipa que envolvia o gestor do Centro de Testes e Avaliação, um trabalhador administrativo e um trabalhador da operação. Surgiram dificuldades à medida que o processo avançava em identificar alguns itens, determinar a sua utilidade e controlar o tempo necessário para a realização desta fase. Assim, decidiu-se reunir todos os trabalhadores para a identificação coletiva dos itens e das suas respetivas funções.

Organizou-se um evento com o objetivo principal de identificar quais as ferramentas, consumíveis e peças sobresselentes que eram realmente necessárias no Centro de Testes e Avaliação, tendo, também, sido utilizado como uma atividade de *team building*. Os trabalhadores foram divididos em duas equipas, uma com cinco e outra com seis elementos. Receberam um cronograma com as sete localizações que teriam de visitar (Figura 35). Em cada local, as equipas identificavam se os itens eram ferramentas, consumíveis ou peças sobresselentes e categorizavam a sua futura localização utilizando cartões que seguiam um código de cores, conforme ilustrado na Figura 35.

Percurso - Equipa 1						
14H10	14H30	14H40	14H55	15H10	15H20	15H30
20 Mesa operação	10 SHEARO	15 CORTE	15 Arm Castanho	10 AGRO	10 Arm Cinzento	10 OTR

Percurso - Equipa 2						
14H10	14H25	14H40	15H00	15H10	15H20	15H30
15 CORTE	15 Arm Castanho	20 Mesa operação	10 SHEARO	10 Arm Cinzento	10 OTR	10 AGRO

Código de cores etiquetas

LIXO

OFICINA

OPERAÇÃO

CORTE

AGRO

OTR

FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO									
		Diariamente		Semanalmente		Mensalmente		Raramente	
TAMANHO DO OBJETO	Pequeno	OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	OFICINA	Fica ao critério da equipa	OFICINA	OFICINA	OFICINA	OFICINA
	Grande	Fica ao critério da equipa	Fica ao critério da equipa	OFICINA	OFICINA	OFICINA	OFICINA	OFICINA	OFICINA
		Fácil	Difícil	Fácil	Difícil	Fácil	Difícil	Fácil	Difícil
		FACILIDADE DE TRANSPORTE							

Figura 35 - Organização do evento SORI

Além disso, em colaboração com o gestor do Centro de Testes e Avaliação, foi desenvolvida uma tabela que continha regras para a identificação da localização futura dos itens, apresentada na Figura 35, considerando a frequência de utilização, o tamanho do objeto e a facilidade de transporte. Após as equipas terem terminado o percurso, foi necessário comparar os resultados e discutir os itens que não foram classificados com o mesmo destino.

Terminada esta fase, procedeu-se ao descarte do material considerado obsoleto e desnecessário, resultando na remoção de um total de mais de 120 kg de lixo (Figura 36).

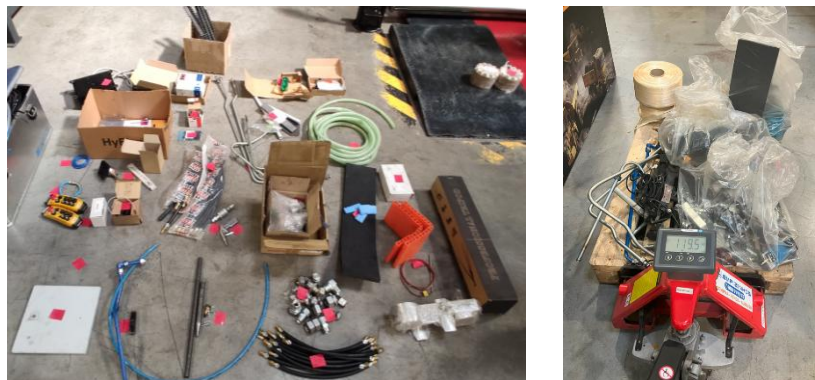
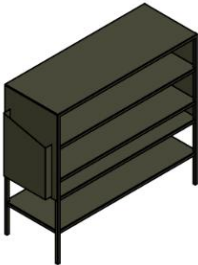


Figura 36 - Resíduos descartados

5.6.2. Organização da oficina

Após a identificação da necessidade e localização dos itens, foi possível avançar para a fase seguinte definindo os tipos de armazenamento necessários para a oficina, apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Locais de armazenamento necessários para a oficina

Armazenamento	Mobília
3 armários para <i>spares</i> das máquinas e 1 estante de prateleiras para <i>spares</i> maiores	
1 armário para calibração, com prateleira para posto de carregamento e apoio para folhas de teste	
1 armário com gavetas para consumíveis e <i>spares</i> de ferramentas, e um ferramenteiro	

Mesa de operação	
Armário de ferramentas	

5.6.3. Escolha do local

Para a escolha do local da oficina, inicialmente foram identificados dois espaços disponíveis, embora temporários, uma vez que estava previsto serem ocupados com máquinas de testes. Posteriormente, foram analisadas outras opções de espaços, que pudessem atender às necessidades a longo prazo. Após uma reunião com a equipa responsável pelo projeto, foram escolhidos dois locais como as opções mais viáveis para a instalação da oficina. Para proceder à escolha final, foram apresentados dois *layouts*, tendo sido escolhido o *layout* apresentado na Figura 37, a verde, como o local final para a oficina.

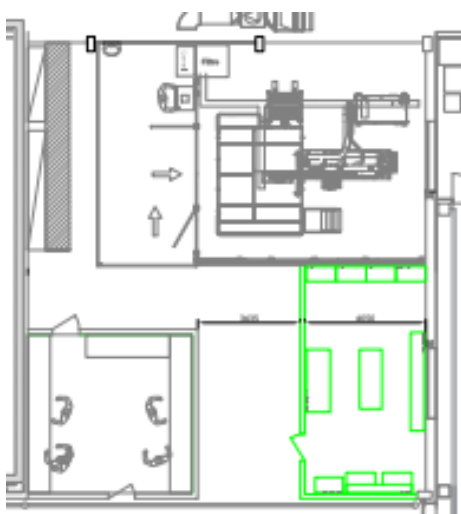


Figura 37 - Local da oficina e respetivo *layout*

5.6.4. Operação e apoio às máquinas

Na implementação da primeira fase do programa 5S, também se procedeu à identificação dos materiais necessários à operação. Foram identificados consumíveis e ferramentas de uso frequente, essenciais à operação e à sua alocação perto da mesma. Esta fase também permitiu a identificação de determinados materiais que devem ser alocados próximos das máquinas.

Foi definida a forma de armazenamento adequada para cada tipo de material, tendo sido definido que ferramentas, equipamentos de proteção individual (EPI) e consumíveis, como mangueiras de ligação de jantes, *O-rings*, *Conti Pressure Check* (CPCs), cintas, entre outros, seriam armazenados nas proximidades da operação. Foi, assim, determinado que um armário de gavetas, com um ferramenteiro na parte superior, seria utilizado para organizar estes materiais. Além disso, foi projetado um suporte específico para armazenamento de cintas, de modo a facilitar o seu acesso (Figura 38).

Decidiu-se adquirir dois carrinhos com duas funções (Figura 38): permitir a organização de alguns consumíveis, de uso mais frequente, e facilitar o transporte e utilização de ferramentas necessárias durante a preparação ou execução de testes. Um dos carrinhos foi alocado diretamente à área da operação, enquanto o outro foi destinado a uma das máquinas.



Figura 38 - Suporte para cintas e carrinhos de apoio à operação

5.6.5. Gestão visual

Um dos principais elementos desta proposta visa a aplicação de um quadro sombra nos ferramenteiros, onde os contornos das ferramentas são desenhados no local de armazenamento. Este sistema permite uma identificação imediata de qualquer ferramenta que esteja em falta, promovendo a organização visual e evitando a perda de materiais. Além disso, nas gavetas que contêm ferramentas, propôs-se a aplicação de espumas recortadas especificamente para cada uma delas, de modo a garantir que todas estejam no local correto. Se uma ferramenta estiver ausente, a sua falta é rapidamente notada, o que contribui para a manutenção da ordem e para a responsabilização dos trabalhadores.

No caso dos consumíveis, foi proposta a reorganização das gavetas com a colocação de divisórias, permitindo uma melhor separação e arrumação destes materiais.

Com vista à melhoria da gestão das peças sobresselentes, iniciou-se a criação de um documento onde se encontra a informação dos itens presentes no Centro de Testes e Avaliação e a sua alocação nos respetivos armários, juntamente com um código de cores para fácil identificação. Este documento permite que os trabalhadores identifiquem e localizem rapidamente qualquer peça, reduzindo o tempo de procura. Para tal, todos os armários e prateleiras foram etiquetados com a identificação do conteúdo de cada um.

5.6.6. Sistema de *Kanban*

Para a criação do sistema de *Kanban*, foram identificados os consumíveis mais críticos para a operação. Depois de identificados, foi calculado o ponto de encomenda (PE) através da fórmula apresentada na equação:

$$\text{Ponto de encomenda} = \text{Procura} \times \text{Lead Time} + \text{Stock Segurança}$$

Deste modo, foi determinado o ponto em que é necessário realizar uma nova encomenda de cada consumível, de forma que o inventário seja adequado às necessidades da operação (Figura 39).

Material	Utilização (unidades)	Período (dias úteis)	Consumo/dia	Tempo reposição fornecedor (dias úteis)	SS	P.E. Arredondado	Qnt encomenda
Arame de corte	55	250	0,22	15	1	5	5
Borrachas	93	250	0,372	15	1	7	9
Polias	13	250	0,052	15	1	2	2
Anilhas	1400	250	5,6	15	10%	93	124
Válvulas	15	250	0,06	5	1	2	2
O-Rings OR325T	67	500	0,134	15	1	4	4
OR333T	14	500	0,028	15	1	2	2
Extensão K210.B	4	250	0,016	15	1	2	2
K215.B	5	250	0,02	15	1	2	2

Figura 39 - Resultados do *Kanban*

No caso específico das anilhas, estas são adquiridas em embalagens de 100 unidades. Assim, foi estabelecido que o ponto de encomenda corresponde às 100 anilhas e a quantidade a encomendar são 200 anilhas, ou seja, duas caixas.

Para determinar a quantidade a encomendar foi estabelecido em conjunto com a gestão do Centro de Testes e Avaliação que o stock disponível teria de cobrir as necessidades da operação durante um mês.

Para a aplicação dos *Kanbans*, foi estabelecido que este iria ser gerido por um sistema de duas caixas para cada produto, de forma a organizar os materiais, com o apoio de cartões de *kanban* facilitando o controlo do stock dos materiais.

Os cartões, de cor azul (Figura 40), identificam cada um dos materiais com a descrição e referência, juntamente com a quantidade a encomendar.

O diagrama mostra um cartão Kanban retangular com uma borda azul. No topo, o título "Kanban 1" está centralizado. Abaixo dele, há dois campos rotulados "Descrição:" e "Referência:". Na base do cartão, há dois campos rotulados "Qntd:" e "PC".

Figura 40 - Cartão Kanban

5.7. Implementação de melhorias na comunicação

5.7.1. Implementação da reunião diária

Um dos problemas identificados foi a existência de falhas de comunicação entre os trabalhadores, como referido anteriormente. Estas falhas refletiam-se na transmissão inadequada de informações, na dificuldade em definir prioridades e na perda de tempo na procura de informações necessárias para a realização de tarefas.

De forma a corrigir estes problemas, foi implementada uma reunião diária, para garantir que todos os trabalhadores estejam devidamente informados e em sintonia quanto às prioridades do dia. Esta reunião foi baseada nas práticas adotadas em metodologias *Agile*.

Durante a reunião, a equipa procede à revisão das tarefas realizadas no dia anterior, seguida da planificação do dia, identificando as tarefas a serem realizadas. Adicionalmente, a reunião tem um tempo reservado para a identificação de dificuldades operacionais que possam comprometer o fluxo de trabalho.

A reunião ocorre diariamente às 8h15, com a duração de 10 a 15 minutos, sendo realizada no meio da produção, com os trabalhadores em pé. Pretende-se que esta seja breve e objetiva, tendo em conta os

pontos mais relevantes para o funcionamento do Centro de Testes e Avaliação, mas que também seja possível identificar oportunidades de melhoria e promover a entreaajuda dos trabalhadores.

Para certificar que todos os assuntos sejam discutidos e que nenhuma informação importante seja perdida, foram definidos tópicos que são abordados todos os dias. Estes estão afixados num quadro branco (Figura 41) no qual as informações são registadas durante a reunião, permitindo que estas fiquem visíveis e acessíveis a todos os trabalhadores, incluindo aqueles que trabalham no segundo turno, a qualquer altura do dia.

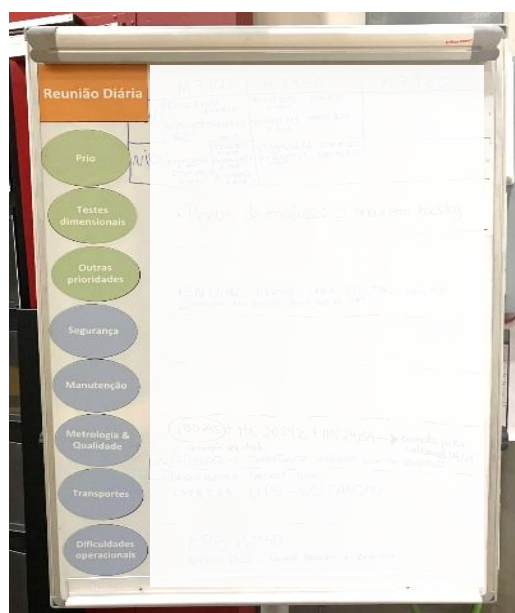


Figura 41 - Quadro das reuniões diárias

Esta prática visa melhorar a gestão das tarefas prioritárias e minimizar os erros decorrentes de falhas de comunicação, contribuindo para um ambiente de trabalho mais eficiente e colaborativo e, também, que seja possível identificar pequenas melhorias de forma a serem implementadas.

5.7.2. Implementação de *template* de reuniões de operação e individuais

Com o objetivo de melhorar a comunicação e o registo das informações das reuniões semanais, foi desenvolvido um *template* destinado a organizar estes dados, garantindo a sua fácil consulta *a posteriori*. Este *template* permite ter uma visão clara e informações acessíveis a todos as partes envolvidas. Assim, foi aplicado em reuniões de operação dos pneus sólidos, AGRO e OTR (Apêndice 12), bem como às reuniões individuais da área de engenharia com a gestão do Centro de Testes e Avaliação.

O *template* foi estruturado em várias secções, sendo uma delas dedicada ao registo do trabalho realizado por cada trabalhador ao longo da semana. Outra secção foca-se no trabalho pendente, onde são identificadas as tarefas que foram iniciadas, mas não concluídas durante a semana anterior. Além disso, o *template* inclui uma secção dedicada ao *backlog*, que organiza as tarefas acumuladas. Esta estrutura facilita a gestão das prioridades, assegurando uma alocação eficiente dos recursos para a conclusão destas atividades.

Relativamente às reuniões de operação, o documento conta, ainda, com uma secção destinada ao registo dos participantes da reunião e à ordem de trabalhos, promovendo clareza e transparência em relação aos tópicos discutidos.

O *template* criado tem o intuito de racionalizar o registo e o acompanhamento das atividades, promovendo uma gestão mais eficaz do trabalho realizado, pendente e acumulado, e assegurando uma maior organização e eficiência nas reuniões.

5.8. Atualização e implementação de instruções de trabalho

Com o objetivo de normalizar processos e assegurar a eficiência operacional, procedeu-se à atualização de instruções de trabalho que se encontravam desatualizadas e criaram-se instruções de trabalho para procedimentos em que estas não existiam. As instruções atualizadas são relativas ao processo de *shearografia* (Apêndice 13) e da máquina de corte (Apêndice 14) e a instrução criada é relativa à calibração da circunferência da máquina OTR (Apêndice 15).

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos e os estimados relativos às propostas de melhorias desenvolvidas. Foi implementada a proposta das reuniões, e encontra-se em curso a implementação da criação da oficina. Não foi possível implementar as outras propostas, uma vez que estas necessitam de passar pela administração do departamento e serem devidamente avaliadas.

6.1. Novo *layout*

A implementação de uma nova disposição no *layout* da área de produção permite ter benefícios tanto em termos de organização do espaço disponível, como na melhoria do fluxo do processo. Ter um melhor aproveitamento do espaço resulta num percurso mais eficiente para a realização das tarefas e permite reduzir os movimentos e transportes por parte do trabalhador.

Com esta reestruturação, estima-se uma redução nas distâncias percorridas pelo trabalhador, tanto nas deslocações a pé, como no transporte de pneus com o uso de empilhador. A análise desta redução foi estudada através da realização de um gráfico de sequência-executante (Figura 42) no qual se preveem as distâncias a ser percorridas com a implementação de um novo *layout*.

Relativamente às deslocações a pé, estima-se que a distância total percorrida seja reduzida para 89 metros, o que se traduz numa diminuição de 46 metros relativamente ao *layout* atual. No que diz respeito ao transporte de pneus, prevê-se que a distância percorrida passe a ser 224 metros, resultando numa redução de 101 metros percorridos.

Com base na redução das distâncias, foi possível estimar a redução de tempo que o trabalhador necessita para a realização das tarefas. Esta análise indicou uma redução de 71 segundos, no tempo total do processo por pneu. Ao final de um ano, isto traduz-se numa redução de 556 640 segundos, ou seja, aproximadamente 155 horas, a testar 32 pneus diariamente, o que se reflete em quase 10 dias de trabalho ganho. No caso de serem testados 42 pneus diariamente, traduz-se em 730 590 segundos, ou seja, aproximadamente 203 horas, que corresponde a quase 13 dias de trabalho.

	Descrição	Distância percorrida a pé (m)	Distância percorrida de empilhador (m)	TN (s)	TP (s)	SÍMBOLOS					Observações
						○	➡	□	◻	▽	
Rececionar pneus	Descarregar paletes do camião	15	50	32,5	37,9						Empilhador de garfos
	Transportar pneu para zona de <i>inbound</i>										
	Carregar camião com pneus de <i>outbound</i>		60	55,2	64,4						Empilhador de garfos
	Assinar folha de serviço			2,4	2,8						
Transportar	Transportar pneu para a zona de teste	3	34	62,9	73,3						Empilhador de pinças
Identificar	Recolher folha IV	2		2,3	2,6						
Registrar pneu	Registrar pneu no computador	4		58,7	68,4						Computador
	Marcar linha no DOT	4		12,2	14,2						
	Colar etiqueta no pneu			29,8	34,7						
	Colocar folhas IV na máquina	6		3,5	4,0						Máquina de Shearografia
Testar	Carregar teste no computador	2		8,8	10,3						Computador de teste
	Preparar entrada do pneu SS	8		58,1	67,7						Grua elétrica
	Colocar pneu na máquina para teste SS	1		61,0	71,1						Grua elétrica; Shearo
	Esperar pelo teste SS										
Testar	Preparar entrada do pneu OSS	5		66,0	77,0						Grua elétrica; Shearo
	Colocar pneu na máquina para teste OSS	3		74,6	86,9						Grua elétrica; Shearo
	Esperar pelo teste OSS										
Testar	Retirar pneu da máquina de teste	4		73,5	85,7						Grua elétrica; Shearo
Avaliar	Avaliar pneu	7		61,6	71,8						Computador de teste
Devolver	Limpar DOT e retirar etiqueta do pneu			33,5	39,1						
	Colocar pneu na paleta	8	46	75,9	88,5						Empilhador de pinças
	Colocar paleta no local de <i>outbound</i>	5	34	32,6	38,0						Empilhador de garfos
	Transportar pneu para zona de <i>outbound</i>										
	Identificar paleta de acordo com avaliação	12		23,6	27,5						
Total		89	224	829	966	15	7	2	1	0	

Figura 42 - Gráfico de sequência - executante *TO BE*

Posteriormente, foi realizado o VSM do estado futuro (Figura 43) contabilizando estas reduções.

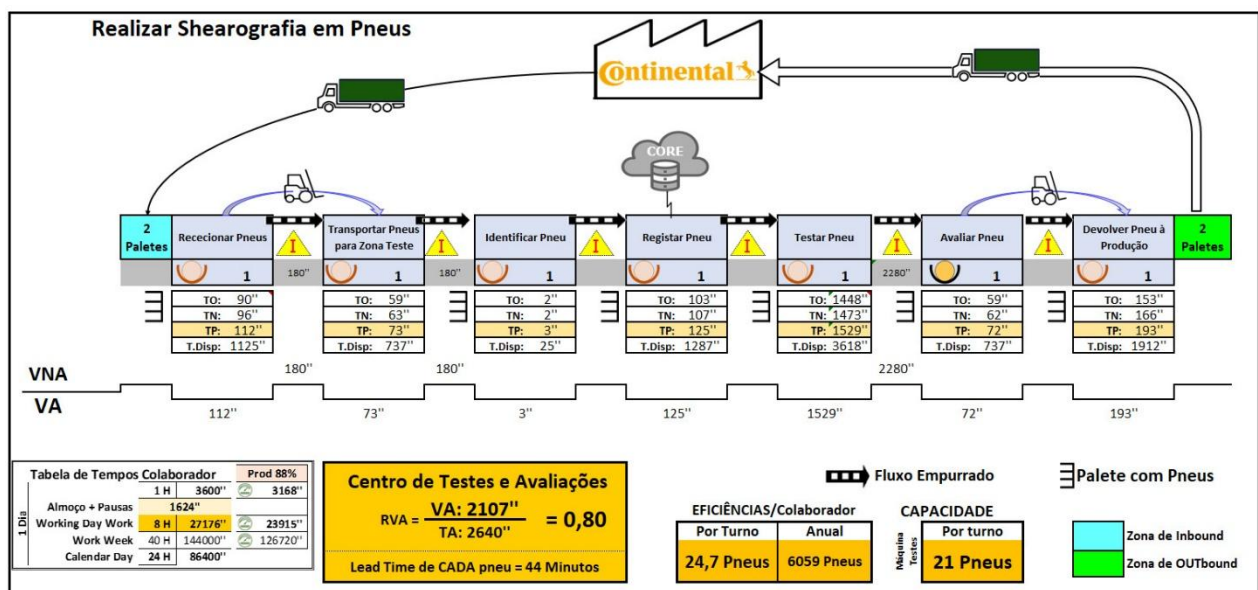


Figura 43 - VSM do estado futuro do processo de *shearografia*

A adoção do novo *layout* não só possibilita um melhor aproveitamento do espaço, como também, contribui para a melhoria do fluxo produtivo. Como resultado, espera-se uma redução de desperdícios como transportes e movimentação, refletindo-se na diminuição da percentagem de tempo dedicado a atividades que não acrescentam valor ao processo. Da análise efetuada verifica-se um aumento do RVA para 80%.

6.2. Redução do inventário de *inbound* e *outbound*

As propostas de melhoria relacionadas ao ajustamento do horário da transportadora e à criação do plano semanal de testes visam alinhar os transportes de pneus às necessidades reais do Cento de Testes e Avaliação promovendo uma redução do inventário.

À data de conclusão deste projeto, ambas as propostas se encontravam em análise por parte da gestão, não tendo sido possível avaliar diretamente os seus impactos. Assim, foi necessário proceder à estimativa dos resultados esperados.

Atualmente, o inventário médio no Centro de Testes e Avaliação é de 17 paletes, com picos que exigem espaço adicional. As melhorias propostas têm como meta reduzir este número para um valor máximo de 12 paletes, distribuídas entre 6 paletes na zona de *inbound* e 6 paletes na zona de *outbound*. Esta redução permite racionalizar a utilização do espaço, resultando numa diminuição de 14,6 m².

Considerando que o custo do m² é 100€, estima-se uma redução nos custos de armazenamento na ordem dos 1460€/ano, com base na área ocupada pelas 12 paletes.

6.3. Aumento da taxa de produção de pneus testados

Este aumento da taxa de produção de testes é relevante, pois não só eleva a produtividade, mas também potencializa a capacidade de resposta face à procura de pneus testados da produção e assegura um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

Relativamente a esta proposta, se for implementada, verifica-se que existe um aumento de 10 pneus testados diariamente, refletindo-se em mais 10290 pneus testados ao longo do ano (Figura 44). Assim, conclui-se que existe um aumento de testes de pneus de 31,25%, que revela uma melhoria da eficiência do processo de *shearografia*.

	Atualmente	Aumento do nº de testes
Pneus testados/Dia	32	42
Pneus testados/Ano	7840	10290

Figura 44 - Número de pneus testados por ano

Com os resultados da capacidade da máquina, foi realizado, novamente, o cálculo do número de trabalhadores, alocados à máquina, necessários para satisfazer a nova procura. Tendo-se concluído que são necessários 1,82 trabalhadores, ou seja, 2 trabalhadores diariamente, como se pode verificar na Figura 45.

	42 pneus
Tempo homem/dia	725,72 min
Nº operadores/ dia	1,82

Figura 45 - Recursos necessários de mão de obra

6.4. Criação da oficina e Gestão visual

A aplicação da gestão visual e do programa 5S no Centro de Testes e Avaliação permitiu alcançar resultados significativos, apesar de a implementação total das mudanças previstas na oficina ainda não ter sido concluída. Um dos avanços obtidos foi a aquisição de armários específicos para o armazenamento de peças *spare*s, como ilustrado na Figura 46. Estes armários foram organizados de acordo com o tipo de máquina ao qual os *spare*s correspondem. Adicionalmente, foi criada uma lista detalhada que permite localizar rapidamente a alocação de cada *spare*, racionalizando o processo de identificação e acesso aos mesmos.



Figura 46 - Organização dos *spare*s nos novos armários

A introdução de etiquetas para identificação das gavetas onde se encontram ferramentas também gerou melhorias evidentes. Este procedimento contribuiu para a redução do tempo necessário para localizar as ferramentas, simplificando o fluxo de trabalho. Na Figura 47 é possível observar uma comparação do estado do armário de ferramentas antes e depois da implementação das etiquetas, evidenciando o impacto positivo da organização visual.



Figura 47 - Armário de ferramentas antes (à esquerda) e depois (à direita) com gavetas identificadas

Outra melhoria significativa foi a aquisição de um organizador de documentos para a sala de controlo. Este equipamento permite a arrumação dos testes após a sua realização e antes do seu arquivo definitivo. A organização dos testes reduz a desordem anteriormente observada, facilitando a consulta e garantindo a integridade dos documentos.

Quando combinadas com as restantes melhorias implementadas ao longo do projeto, tais como as orientações para a eliminação de excessos e a definição de padrões de organização e armazenamento, estas ações contribuíram para um aumento nos resultados das auditorias 5S. A primeira auditoria realizada obteve um resultado de 74%, refletindo as condições iniciais. Após a implementação das ações de melhoria, incluindo a organização dos armários, a etiquetagem das ferramentas e a introdução do organizador de documentos, foi conduzida uma nova auditoria, que alcançou um resultado de 85%, conforme evidenciado no Apêndice 16. Este aumento de 15% evidencia os benefícios das iniciativas aplicadas até ao momento. Na Figura 48 verificam-se as classificações de cada S na segunda auditoria. Estima-se que, com a implementação total de todas as melhorias planeadas, incluindo a conclusão da organização da oficina e a racionalização completa do espaço, este valor possa alcançar níveis ainda mais elevados, refletindo a maturidade da aplicação do programa 5S no Centro de Testes e Avaliação e consolidando os benefícios das práticas estruturadas de organização e gestão visual.

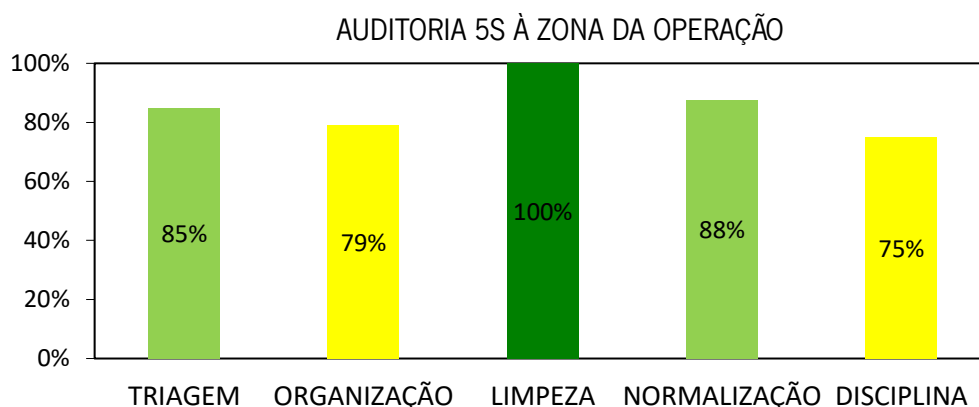


Figura 48 - Resultado de cada S na segunda auditoria 5S

6.5. Implementação da reunião diária

A implementação da reunião diária teve um impacto positivo na comunicação e organização das tarefas que se refletiu em melhorias no ambiente de trabalho. Esta prática proporcionou maior transparência na definição de prioridades, facilitando a identificação e execução das tarefas necessárias para realizar durante o dia. Com o envolvimento dos trabalhadores nas ações diárias, promoveu-se um aumento do compromisso e da responsabilidade partilhada.

A reunião diária também melhorou a comunicação interna, reduzindo erros decorrentes de falhas de informação e fortalecendo o trabalho em equipa. A visibilidade constante das dificuldades operacionais, através do registo de informações, permitiu uma resposta mais eficiente aos desafios, contribuindo para a racionalização das operações e fomentando a entreaajuda na equipa. Em suma, a reunião diária consolidou-se como um instrumento crucial para melhorar a eficiência e o desempenho coletivo no Centro de Testes e Avaliação.

7. CONCLUSÃO

No presente e último capítulo são apresentadas as considerações finais decorrentes deste projeto de dissertação. São ainda, apresentadas algumas sugestões de trabalho futuro a ser realizado de forma a promover a melhoria do Centro de Testes e Avaliação.

7.1. Considerações finais

O presente trabalho contribuiu para a melhoria do processo da *shearografia* e da organização do Centro de Testes e Avaliação, fundamentando-se na aplicação de metodologias de apoio ao Pensamento *Lean*. O objetivo foi evidenciar o impacto do estado atual no funcionamento do Centro de Testes e Avaliação e propor soluções para melhorar o seu desempenho.

Inicialmente efetuou-se uma análise do processo da *shearografia*, através de ferramentas de mapeamento de processos como o BPMN, VSM e o SIPOC, complementada pela avaliação da eficiência da máquina via OEE e pelo gráfico de sequência-executante. Identificaram-se atividades que não acrescentam valor ao processo e avaliou-se o fluxo do mesmo, utilizando o diagrama de esparguete. Esta análise permitiu identificar problemas e desenvolver propostas de melhoria para o processo de *shearografia*. A aplicação das diversas ferramentas de diagnóstico possibilitou uma compreensão mais detalhada do processo de *shearografia*, uma vez que as particularidades de cada ferramenta contribuíram de forma complementar para uma análise integrada e aprofundada.

Para solucionar a inexistência de registo de tempos, foi conduzido um estudo dos tempos que possibilitou determinar a duração das várias etapas do processo e definir os recursos de mão de obra necessários: dois trabalhadores por dia, um por turno. Este estudo também suportou as melhorias propostas, tornando possível estimar os seus resultados. Para além disso, constatou-se que a máquina não estava a testar na sua capacidade máxima, permitindo identificar uma oportunidade de melhoria.

Relativamente ao *layout* ineficiente, foi proposta uma reestruturação que visa reduzir desperdícios e melhorar o fluxo produtivo. Estima-se que as movimentações do trabalhador e transportes do material sejam reduzidos em 46 metros percorridos a pé e 101 metros de empilhador, traduzindo-se numa poupança entre 10 a 13 dias de trabalho anual, dependendo do volume de pneus testados.

Para reduzir o inventário propôs-se a adaptação do horário dos transportes às necessidades do Centro de Testes e Avaliação, evitando acumulações desnecessárias de pneus. Foi, também, proposta a criação de um plano de testes de forma a prever o número de pneus a serem testados diariamente, os recursos

de mão de obra necessários para os testar e o horário dos transportes dos pneus para o Centro de Testes e Avaliação. Estas propostas permitem diminuir o inventário para um máximo de 6 paletes de *inbound* e *outbound*, refletindo-se numa redução de 14,6 m² de espaço ocupado e reduzindo os custos de armazenamento em 1460€/ano.

Tendo sido realizado um estudo sobre a capacidade da máquina, foi identificado que seria possível aumentar o número de pneus testados de 32 para 42 por dia, representando um incremento de 31,25% sem necessidade de recursos adicionais.

A organização do Centro de Testes e Avaliação foi avaliada por meio de uma auditoria 5S, que inicialmente obteve um resultado de 74%. Para melhorar este resultado foi proposto que consumíveis e ferramentas de menor utilização e *spares* fossem alocados num local identificado como oficina, gerido por um sistema de *Kanbans*. Após a implementação parcial desta proposta, o valor da auditoria aumentou para 85%, com a expectativa de melhoria após a finalização da oficina. Durante a aplicação do programa de 5S, foram eliminados 120kg de resíduos acumulados.

Para colmatar as falhas na comunicação identificadas, foram implementadas as reuniões diárias, baseadas na metodologia *Agile*, que trouxeram maior transparência na definição de prioridades, identificação de tarefas necessárias a executar durante o dia, redução de erros e promoção de colaboração entre os trabalhadores. Adicionalmente, foram criados *templates* para registo de informações provenientes de reuniões. Estes *templates* permitem identificar rapidamente quais as tarefas a serem realizadas, monitorizar tarefas em andamento (WIP), *backlog* de tarefas e é, também, possível identificar as responsabilidades de cada trabalhador, tornando a comunicação mais clara e eficiente.

Com o intuito de normalizar os processos e garantir a eficiência operacional, foram atualizadas as instruções de trabalho desatualizadas e elaboradas novas instruções para procedimentos que careciam de documentação formal.

Apesar de algumas propostas não terem sido implementadas devido a limitações de tempo e incertezas quanto ao futuro da máquina de *shearografia*, os objetivos deste projeto foram atingidos. As dificuldades apresentadas pelo Centro de Testes e Avaliação foram estudadas, e as propostas desenvolvidas oferecem suporte à tomada de decisões fundamentadas e alinhadas com os interesses do Centro de Testes e Avaliação.

Entre as limitações sentidas ao longo do projeto, destacam-se a falta de tempo para realizar o estudo dos tempos, aliado ao elevado tempo das atividades, a ausência de dados precisos sobre as paragens das máquinas e a dependência de registos manuais dos trabalhadores.

7.2. Trabalho futuro

Face às limitações encontradas ao longo deste projeto, recomenda-se como trabalho futuro a implementação das propostas de melhorias aqui apresentadas.

Adicionalmente, sugere-se a continuação do estudo do trabalho nos restantes processos do Centro de Testes e Avaliação. Este estudo deverá incluir a análise da eficiência e dos tempos da execução de cada processo, dado que atualmente o registo dos tempos é inexistente. Além disso, atividades que não agregam valor, como o apontamento manual de dados seguido da sua transcrição para o computador, devem ser eliminadas. Estas práticas indicam oportunidades de melhoria para a eliminação de desperdício e aumento da produtividade.

Outro aspeto que merece atenção é a possibilidade de desenvolver um estudo sobre a manutenção das máquinas. O objetivo seria identificar e implementar estratégias que minimizem os problemas de funcionamento e reduzam os tempos de paragem. A manutenção preventiva e preditiva poderá contribuir para a melhoria da disponibilidade e eficiência das máquinas.

Assim, os trabalhos futuros devem focar-se na implementação prática das propostas, no estudo e racionalização de outros processos e na gestão eficiente da manutenção, criando uma base sólida para a melhoria contínua do Centro de Testes e Avaliação.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aalst, W. (2013). Aalst, W.M.P.: Business process management: a comprehensive survey. ISRN Softw. Eng. 1-37. *ISRN Software Engineering*, ??-?? <https://doi.org/10.1155/2013/507984>
- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223–236. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2006.09.009>
- Abreu, M., Pereira, A., Silva, A., Silva, F., Ferraz, F., Alves, A., Oliveira, J., Gomes, M., Analide, C., Cardoso, J., & Vicente, S. (2017). *Collaborative Process Mapping to Improve Work Instructions and Standardized Work*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56535-4_60
- Arezes, P. M., Carvalho, D., & Alves, A. C. (2010). *Threats and opportunities for workplace ergonomics in lean environments*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:55991367>
- Barnes, R. M. (1968). *Motion and time study: design and measurement of work*. John Wiley & Sons.
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34, 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Carneiro, P. (2016). *Estudo do Trabalho - Estudo dos Métodos*. Universidade do Minho.
- Carvalho, J. D., & Sousa, R. M. (2021). *Melhoria Contínua nas Organizações*. Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/J.CSI.2011.06.002>
- Costa, L., & Arezes, P. (2003). *Introdução ao estudo do trabalho*. . Grupo de Engenharia Humana do Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho.
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Feng, P., & Ballard, G. (2008). Standard Work From a Lean Theory Perspective. *Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 16.
- Fritze, C. (2016). The Toyota Production System - The Key Elements and the Role of Kaizen within the System. *ResearchGate*.
- George, M. L. (2003). *Lean Six Sigma for Service*. McGraw Hill Professional.
- Gupta, N. (2013). An overview on six sigma: quality improvement program. *International Journal of Technical Research and Applications*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:36456244>
- Hines, P. (2010). The principles of the Lean Business System. *LERC Annual Conference*.
- Hines, P., Holwe, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations and Production Management*, 24(10), 994–1011. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Hines, P., Silvi, R., & Bartolini, M. (2002). *Lean Profit Potential*. Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School.

- Jasti, N., & Kodali, R. (2014). Lean production: Literature review and trends. *International Journal of Production Research*, 53, 867–885. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937508>
- Kaganski, S., Majak, J., Karjust, K., & Toompalu, S. (2017). Implementation of Key Performance Indicators Selection Model as Part of the Enterprise Analysis Model. *Procedia CIRP*, 63, 283–288. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2017.03.143>
- Kasul, R. A., & Motwani, J. G. (1997). Successful implementation of TPS in a manufacturing setting: a case study. *Industrial Management & Data Systems*, 97(7), 274–279. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/02635579710191707>
- Lean Enterprise Institute. (2022). *Understanding the Fundamentals of Value-Stream Mapping*. <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/understanding-the-fundamentals-of-value-stream-mapping/>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw Hill Professional.
- Liker, J., & Meier, D. (2005). *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw Hill Professional.
- Liker, J., & Morgan, J. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Lindberg, C.-F., Tan, S., Yan, J., & Starfelt, F. (2015). Key Performance Indicators Improve Industrial Performance. *Energy Procedia*, 75, 1785–1790. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.474>
- Marques, P. A., & Requeijo, J. F. G. (2009). *Sipoc: A Six Sigma Tool Helping on ISO 9000 Quality Management Systems*.
- Mili, H., Tremblay, G., Jaoude, G., Lefebvre, E., Elabed, L., & El-Boussaidi, G. (2010). Business process modeling languages: Sorting through the alphabet soup. *ACM Comput. Surv.*, 43, 4.
- Míkva, M., Prajová, V., Якимович, Б., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization – One of the Tools of Continuous Improvement. *Procedia Engineering*, 149, 329–332. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.674>
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-Time*. CRC Press.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Productivity Press, Inc.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. CRC Press.
- OIT - Organização Internacional do Trabalho. (1984). *Introdução ao Estudo do Trabalho*. Editora Portuguesa de Livros Técnicos e Científicos, Lda.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through «Lean Tools»: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.139>
- Pienkowski, M. (2014). Waste Measurement Techniques For Lean Companies. *International Journal of Lean Thinking*.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- Pyzdek, T. (2014). *The Six Sigma handbook : a complete guide for green belts, black belts, and managers at all levels*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109592141>
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*.

- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- Singh, S., & Kumar, K. (2021). A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 1153–1162. <https://doi.org/10.1016/J.ASEJ.2020.04.019>
- Spear, S., & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, 77.
- Stevens, J. D. (1996). Blueprint for Measuring Project Quality. *Journal of Management in Engineering*, 12, 34–39. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:110592843>
- White, S. A. (2004). Introduction to BPMN. *IBM Corporation*.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. *Em Journal of the Operational Research Society*. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production - Toyota's Secret Weapon*. Free Press.

Apêndice 1 – Folha de registo das paragens da máquina de *shearografia*

Paragens shearo

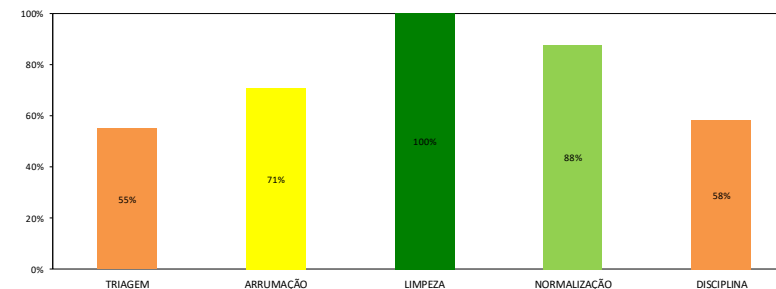
[illegible]

Apêndice 2 – Resultado da primeira auditoria 5S no Centro de Testes e Avaliação

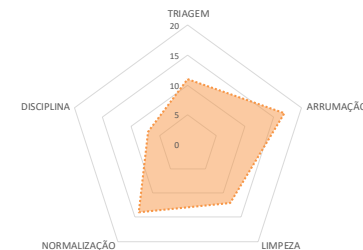
		AUDITORIA 5S - Test Center					Posto: Test Center	Data: 9/5/2024
5S	Nº	CRITÉRIO	AVALIAÇÃO					
			Péssimo	Mau	Médio	Bom	Excelente	
			0	1	2	3	4	
Seiri - Separar	1	Na oficina só existem materiais/peças/ferramentas necessárias para a execução dos trabalhos?	1					
	2	Na oficina não há amontoados de materiais/peças/ferramentas pelo chão?					1	
	3	Dentro dos armários só existem materiais/ferramentas necessárias à execução dos trabalhos?		1				
	4	A sala de controlo está arrumada, livre de papéis ou documentos inúteis? Pastas nas respetivas estantes?				1		
	5	A sala de acondicionamento está arrumada?				1		
Seiton - Organizar	6	Todos os materiais estão identificados, arrumados e acessíveis (bancadas, armários e outros)?			1			
	7	Equipamentos/peças para calibração estão devidamente identificados e bem acondicionados?					1	
	8	Contaminantes (oleos e massas) estão bem acondicionados e identificados?				1		
	9	Ferramentas bem condicionadas e identificadas nos armários/bancadas?			1			
	10	Vias de circulação estão desimpedidas?				1		
	11	O chão de fábrica tem um aspeto geral organizado?				1		
Seisô - Limpar	12	Paredes/chão/bancadas, precisam de pintura/limpeza?					1	
	13	Segregação de resíduos sólidos adequada e caixotes limpos e arrumados?					1	
	14	Há óleo, água, ... derramados pelo chão? Área de limpeza de peças devidamente arrumada?					1	
Seiketsu - Normalizar	15	Todas as informações afixadas são necessárias e estão atualizadas (não há informações inúteis).				1		
	16	Iluminação é suficiente e está em bom estado?					1	
	17	A área está livre de poeiras e fumos?					1	
	18	São utilizados o fardamento e outros EPT's de acordo com as normas da empresa?				1		
Shitsuke - Respeitar	19	A limpeza das diferentes áreas é rotineira e s/ necess. de ser relembrada?				1		
	20	Existem ações de melhoria continua implementadas e com acompanhamento?			1			
	21	Todos os colaboradores da área estão envolvidos na manutenção e melhoria dos 5S.			1			

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO		AVALIAÇÃO ANTERIOR	AVALIAÇÃO ACTUAL
	0 a 50 % = Péssimo	0%	74%
	50 a 70 = Mau		
	71 a 80 = Médio		
	81 a 90 = Bom		
	91 a 100 = Excelente		

OBJECTIVO EM CADA "S"



QUADRO RADAR



Apêndice 3 - Tabela dos elementos de cada etapa do processo de *shearografia*

Etapas	Elementos
Rececionar pneus	Assinar folha de serviço
	Entrar no empilhador
	Descarregar camião para zona de <i>inbound</i>
	Carregar camião
	Registrar entrada e saída de pneus
Transportar pneu para a zona de teste	Entrar no empilhador
	Transportar pneu para a zona de teste
	Sair do empilhador
Identificar pneu a testar	Recolher folha IV
Registrar pneu	Registrar pneu no computador
	Marcar linha no DOT
	Colar etiqueta no pneu
	Colocar folhas IV na máquina
	Carregar teste no computador
Testar pneu	Prepara entrada do pneu SS
	Colocar pneu na máquina para teste SS
	Prepara entrada do pneu OSS
	Colocar pneu na máquina para teste OSS
	Retirar pneu da máquina de teste
Avaliar pneu	Abrir ficheiro
	Esperar pelo programa
	Identificar falhas
	Classificar pneu
	Submeter avaliação
	Apontar classificação na folha IV
Devolver pneu à produção	Limpar DOT e retirar etiqueta do pneu
	Entrar no empilhador
	Colocar pneu na paleta
	Sair do empilhador
	Colocar paleta no local de <i>outbound</i>
	Identificar paleta de acordo com a avaliação

Apêndice 4 - Tempos observados e observações esperadas do trabalhador

N	RECECIONAR PNEUS															
	Assinar Guia				Descarregar camião para zona de <i>inbound</i>				Carregar camião				Registar entrada e saída de pneus			
	Nº PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA	Nº PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA	Nº PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA	Nº PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA
1	4	12	3,0	100	8	203	25,4	100	4	171	42,8	100	12	66	5,5	100
2	12	19	1,6	98	7	188	26,9	100	4	158	39,5	100	9	71	7,9	100
3	9	12	1,3	102	6	216	36,0	100	2	184	92,0	100	6	40	6,7	102
4	10	15	1,5	100	4	235	58,8	95	4	163	40,8	100	6	46	7,7	102
5	6	11	1,8	102	7	110	15,7	102	2	174	87,0	98	11	45	4,1	100
6	11	14	1,3	100	5	251	50,2	95	4	265	66,3	93	8	54	6,8	100
7	5	17	3,4	100	3	204	68,0	100	5	134	26,8	100	12	46	3,8	100
8	8	23	2,9	100	7	217	31,0	100	5	151	30,2	100	8	52	6,5	100
9	12	19	1,6	100	4	192	48,0	98	4	92	23,0	102	4	52	13,0	98
10	8	14	1,8	100	4	186	46,5	100	6	146	24,3	100	4	37	9,3	100
11	4	10	2,5	100	4	276	69,0	95	4	189	47,3	100	3	17	5,7	105
12	3	9	3,0	100	3	241	80,3	100	4	189	47,3	100	11	63	5,7	98
13	11	21	1,9	98	5	160	32,0	100	2	123	61,5	98	8	64	8,0	95
14	2	12	6,0	100	2	123	61,5	102	5	206	41,2	100	5	40	8,0	100
15	9	13	1,4	100	5	192	38,4	100	4	158	39,5	100	8	49	6,1	100
16	4	21	5,3	100	4	208	52,0	95	5	235	47,0	98	9	62	6,9	97
17	6	11	1,8	100	4	201	50,3	98	4	192	48,0	100	5	29	5,8	100
18	9	16	1,8	100	4	227	56,8	100	2	182	91,0	100	10	16	1,6	102
19	8	16	2,0	100	4	163	40,8	100	3	165	55,0	100	10	20	2,0	100
20	9	10	1,1	102	2	69	34,5	100	5	212	42,4	98	9	45	5,0	100
21	2	11	5,5	100	2	68	34,0	100	3	195	65,0	100	9	44	4,9	100
22	5	11	2,2	100	5	134	26,8	100	5	197	39,4	100	11	54	4,9	100
23	2	7	3,5	100	6	140	23,3	100	2	143	71,5	100	8	31	3,9	100
24	5	17	3,4	100	4	144	36,0	100	5	217	43,4	100	10	28	2,8	100
25	10	18	1,8	100	5	131	26,2	100	3	224	74,7	98	8	36	4,5	100
26	10	19	1,9	98	7	192	27,4	100	6	175	29,2	100	9	41	4,6	100
27	7	15	2,1	100	5	201	40,2	98	2	150	75,0	100	7	45	6,4	101
28	9	14	1,6	100	5	174	34,8	100	5	137	27,4	100	9	50	5,6	100
29	4	13	3,3	100	4	230	57,5	98	4	154	38,5	100	9	56	6,2	100
30	10	12	1,2	100	4	168	42,0	100	4	174	43,5	100	5	53	10,6	100
31	6	19	3,2	102	4	133	33,3	100	5	176	35,2	100	8	45	5,6	100
32	9	17	1,9	100	4	200	50,0	100	2	218	109,0	100	7	43	6,1	100
33	8	16	2,0	100	4	226	56,5	98	5	183	36,6	100				
34	8	16	2,0	100	4	179	44,8	100	4	153	38,3	100				
35	10	20	2,0	98	5	180	36,0	100	3	191	63,7	100				
36	7	22	3,1	98	5	209	41,8	98	3	181	60,3	97				
37	8	12	1,5	100	6	152	25,3	100	5	150	30,0	100				
38	4	12	3,0	98	4	173	43,3	100	5	250	50,0	100				
39	9	14	1,6	100	6	226	37,7	97	5	238	47,6	100				
40	7	12	1,7	100	4	218	54,5	97	3	201	67,0	100				
41	9	19	2,1	100	4	239	59,8	100	6	235	39,2	100				
42	9	22	2,4	100	4	173	43,3	100	3	177	59,0	100				
43	5	17	3,4	100	3	107	35,7	100	5	324	64,8	100				
44	6	10	1,7	100	2	103	51,5	100	4	184	46,0	100				
45	8	17	2,1	100	3	159	53,0	100								
46					3	220	73,3	100								
47																
m	2,38			99,91	43,69			99,26	51,06			99,59	6,00			100
s	1,10				14,35				19,68				2,30			
N'	45				23				31				31			
N: OK?	Sim				Sim				Sim				Sim			

N	Transportar pneu para a zona de teste				Recolher folha IV			
	Nº PNEUS	TO	TO/PNEU	FA	Nº PNEUS	TO	TO/PNEU	FA
1	4	129	32,3	100	4	19	4,8	97
2	4	126	31,5	100	7	10	1,4	100
3	4	146	36,5	100	2	9	4,5	100
4	3	163	54,3	100	4	18	4,5	100
5	2	288	144,0	95	4	20	5,0	100
6	2	195	97,5	98	4	17	4,3	100
7	2	76	38,0	102	2	13	6,5	100
8	2	151	75,5	100	2	24	12,0	100
9	3	135	45,0	100	2	20	10,0	100
10	4	128	32,0	100	2	12	6,0	100
11	2	162	81,0	100	4	12	3,0	100
12	2	177	88,5	100	3	31	10,3	100
13	2	195	97,5	97	2	20	10,0	100
14	2	149	74,5	100	4	40	10,0	98
15	2	238	119,0	96	2	26	13,0	100
16	2	187	93,5	100	2	24	12,0	100
17	2	71	35,5	105	3	26	8,7	100
18	2	192	96,0	100	4	21	5,3	100
19	3	212	70,7	100	5	19	3,8	100
20	2	211	105,5	100	5	19	3,8	100
21	3	190	63,3	100	4	25	6,3	100
22	2	150	75,0	100	2	7	3,5	102
23	2	196	98,0	100	4	8	2,0	102
24	2	170	85,0	100	2	8	4,0	100
25	4	108	27,0	100	3	8	2,7	100
26	2	147	73,5	100	3	11	3,7	100
27	3	154	51,3	100	2	14	7,0	100
28	2	172	86,0	100	2	15	7,5	100
29	3	159	53,0	100	2	12	6,0	100
30	2	134	67,0	100	3	20	6,7	100
31	2	164	82,0	100	2	7	3,5	102
32	3	219	73,0	97	2	12	6,0	100
33	2	132	66,0	100	2	14	7,0	100
34	2	116	58,0	100	3	16	5,3	100
35	2	180	90,0	100	2	20	10,0	100
36	2	166	83,0	100	2	9	4,5	102
37	2	65	32,5	102	3	19	6,3	100
38	3	75	25,0	102	2	18	9,0	100
39	2	187	93,5	100	2	15	7,5	100
40	2	180	90,0	100	2	17	8,5	100
41	2	151	75,5	100	2	13	6,5	100
42	3	133	44,3	100	2	20	10,0	100
43	2	132	66,0	100	3	26	8,7	96
44	3	182	60,7	100	3	23	7,7	98
45	2	124	62,0	100	2	18	9,0	100
46					2	17	8,5	100
47					2	17	8,5	100
48					2	19	9,5	100

m	69,53	99,87	6,75	99,93
s	26,50		2,80	
N'	31,00		36,00	
N: OK?	Sim		Sim	

Registrar pneu												
Registrar pneu no computador					Marcar linha no DOT				Colar etiqueta no pneu			
N	Nº PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA	Nº PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA	Nº PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA
1	4	170	42,5	100	4	45	11,3	100	4	131	32,8	98
2	3	150	50,0	96	4	40	10,0	100	4	125	31,3	98
3	4	200	50,0	97	3	46	15,3	100	3	112	37,3	98
4	2	155	77,5	100	4	43	10,8	100	4	76	19,0	100
5	4	243	60,8	100	2	40	20,0	93	4	146	36,5	100
6	7	203	29,0	100	4	51	12,8	100	3	117	39,0	98
7	6	338	56,3	96	4	76	19,0	96	6	135	22,5	100
8	4	247	61,8	100	3	57	19,0	97	4	87	21,8	100
9	4	299	74,8	100	4	65	16,3	97	4	146	36,5	97
10	4	192	48,0	100	4	66	16,5	98	4	65	16,3	100
11	4	334	83,5	100	4	60	15,0	100	4	57	14,3	100
12	4	233	58,3	100	4	76	19,0	96	4	74	18,5	100
13	5	282	56,4	100	5	70	14,0	95	5	76	15,2	100
14	2	157	78,5	100	4	77	19,3	97	2	27	13,5	100
15	4	116	29,0	100	4	57	14,3	100	4	94	23,5	100
16	4	283	70,8	98	4	48	12,0	100	4	144	36,0	95
17	4	265	66,3	100	5	65	13,0	100	4	109	27,3	100
18	5	261	52,2	100	4	46	11,5	100	5	139	27,8	100
19	2	210	105,0	100	2	19	9,5	102	2	82	41,0	100
20	3	148	49,3	100	2	9	4,5	102	2	59	29,5	100
21	2	169	84,5	100	4	46	11,5	100	4	96	24,0	100
22	2	72	36,0	100	3	28	9,3	100	3	83	27,7	100
23	2	141	70,5	100	2	15	7,5	102	2	51	25,5	100
24	2	94	47,0	100	3	59	19,7	98	3	37	12,3	105
25	2	119	59,5	100	2	29	14,5	100	2	59	29,5	100
26	2	109	54,5	100	2	27	13,5	100	2	43	21,5	100
27	3	141	47,0	100	2	23	11,5	100	2	50	25,0	102
28	2	96	48,0	100	3	50	16,7	98	3	115	38,3	98
29	2	156	78,0	100	2	14	7,0	102	2	37	18,5	101
30	2	130	65,0	100	2	27	13,5	100	2	66	33,0	99
31	3	186	62,0	100	2	51	25,5	100	2	78	39,0	97
32	3	152	50,7	100	2	36	18,0	96	2	55	27,5	100
33	2	98	49,0	100	2	51	25,5	90	2	48	24,0	100
34	2	137	68,5	100	2	43	21,5	91	2	45	22,5	100
35	2	126	63,0	100	3	33	11,0	100	3	71	23,7	100
36	2	167	83,5	100	2	30	15,0	99	2	70	35,0	96
37	2	167	83,5	100	2	18	9,0	100	2	45	22,5	100
38	2	202	101,0	97	2	14	7,0	102	2	37	18,5	101
39					3	25	8,3	101	3	66	22,0	100
40					3	30	10,0	100	3	86	28,7	100
41					2	18	9,0	100	2	45	22,5	100
42					2	22	11,0	100	2	44	22,0	100
43					2	32	16,0	98	2	50	25,0	100
44					2	19	9,5	101	2	51	25,5	100
45					2	31	15,5	100	2	52	26,0	100
46												
47												
48												

m	61,87	99,58	13,76	98,9	26,20	99,6
s	17,61		4,77		7,48	
N'	17,00		25,00		17,00	
N: OK?	Sim		Sim		Sim	

Registrar pneu								
Colocar folhas IV na máquina					Carregar teste no computador			
N	Nº PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA	Nº PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA
1	4	9	2,3	100	4	31	7,75	97
2	4	9	2,3	100	4	26	6,5	100
3	3	8	2,7	100	2	26	13	100
4	4	19	4,8	100	2	27	13,5	100
5	4	10	2,5	100	4	25	6,25	100
6	3	7	2,3	100	3	18	6	100
7	6	37	6,2	97	4	29	7,25	100
8	4	32	8,0	96	4	24	6	100
9	4	19	4,8	100	4	61	15,25	100
10	4	12	3,0	100	4	27	6,75	100
11	4	13	3,3	100	4	30	7,5	98
12	4	15	3,8	100	5	30	6	100
13	5	12	2,4	100	2	16	8	100
14	2	12	6,0	100	2	28	14	100
15	4	12	3,0	100	4	34	8,5	100
16	4	17	4,3	100	5	28	5,6	100
17	5	22	4,4	100	4	25	6,25	102
18	4	19	4,8	100	5	39	7,8	102
19	2	16	8,0	97	5	49	9,8	100
20	2	16	8,0	97	5	47	9,4	100
21	4	19	4,8	100	3	33	11	100
22	3	23	7,7	97	5	57	11,4	100
23	3	14	4,7	100	5	18	3,6	100
24	2	14	7,0	98	4	36	9	100
25	2	12	6,0	100	5	37	7,4	100
26	2	10	5,0	100	4	45	11,25	100
27	3	21	7,0	98	4	52	13	100
28	2	10	5,0	100				
29	2	13	6,5	100				
30	3	13	4,3	100				
31	2	14	7,0	98				
32	2	14	7,0	98				
33	2	11	5,5	100				
34	3	11	3,7	100				
35	3	18	6,0	100				
36	2	18	9,0	96				
37	2	15	7,5	97				
38	2	15	7,5	96				
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								

m	5,20	99,08	8,81	99,96
s	1,95		3,02	
N'	30,00		25,00	
N: OK?	Sim		Sim	

Testar										
Preparar entrada do pneu SS		Colocar pneu na máquina para teste SS		Preparar entrada do pneu OSS		Colocar pneu na máquina para teste OSS		Retirar pneu da máquina de teste		
TO	FA	TO	FA	TO	FA	TO	FA	TO	FA	N
1	32	100	52	100	67	100	69	100	68	100
2	47	100	32	100	66	100	62	100	62	100
3	39	100	47	100	58	100	66	100	57	100
4	42	100	65	100	66	100	78	100	75	100
5	53	100	50	100	70	100	80	100	79	100
6	60	100	52	100	55	100	94	100	65	100
7	70	100	46	100	57	100	77	100	60	100
8	52	100	53	100	72	100	53	100	69	100
9	51	100	47	100	52	100	65	100	75	100
10	45	100	67	100	62	100	79	100	62	100
11	48	100	54	100	68	100	80	100	67	100
12	55	100	99	95	54	100	58	100	60	100
13	101	90	53	100	53	100	68	100	62	100
14	104	90	59	100	59	100	64	100	72	100
15	54	100	71	100	70	100	70	100	67	100
16	54	100	52	100	61	100	66	100	65	100
17	35	100	62	100	53	100	74	100	78	100
18	24	100	53	100	75	100	58	100	64	100
19	28	100	57	100	54	100	76	100	57	100
20	31	100	47	100	58	100	71	100	70	100
21	36	100	66	100	67	100	79	100	59	100
22	70	100	60	100	65	100	66	100	46	100
23	66	100	63	100	63	100	57	100	69	100
24	51	100	51	100	56	100	84	100	69	100
25	48	100	59	100	55	100	54	100	63	100
26	43	100	68	100	55	100	80	100	63	100
27	88	100	63	100	71	100	56	100	96	100
28	64	100	60	100	56	100	72	100	100	100
29	57	100	62	100	56	100	82	100	75	100
30	49	100	53	100	56	100	80	100	45	100
31	65	100	77	100	63	100	64	100	87	100
32	75	100	55	100	61	100	75	100	81	100
33	63	100	44	100	62	100	56	100	49	100
34	37	100	52	100	58	100	60	100	80	100
35	60	100	49	100	63	100	70	100	73	100
36	48	100	53	100	65	100	43	100	69	100
37	63	100	58	100	60	100			55	100
38	46	100	55	100					73	100
39	44	100	45	100						
40	62	100	49	100						
41	54	100	58	100						
42	64	100								
43	44	100								
44										
45										
46										
47										
48										

m	54,00	99,53	56,54	99,88	61,14	100	69,06	100	68,05	100
s	17,04		10,77		6,14		10,79		11,75	
N'	21,00		8,00		3,00		6,00		7,00	
N: OK?	Sim		Sim		Sim		Sim		Sim	

N	Avaliar pneu										
	Abrir ficheiro		Esperar pelo programa	Identificar falhas		Classificar pneu		Submeter avaliação		Apontar classificação na folha IV	
	TO	FA	TO	TO	FA	TO	FA	TO	FA	TO	FA
1	5	100	18	34	100	2	100	3	100	4	100
2	3	100	20	21	100	3	100	3	100	5	100
3	4	100	18	13	100	3	100	3	100	4	100
4	3	100	19	30	100	3	100	4	100	4	100
5	3	100	18	24	100	3	100	6	99	7	98
6	3	100	19	27	100	2	100	4	100	4	100
7	4	100	19	34	100	3	100	3	100	4	100
8	4	100	25	10	100	3	100	5	98	5	100
9	6	100	18	32	100	2	100	7	98	5	100
10	5	100	18	19	100	2	100	5	100	4	100
11	4	100	18	9	100	3	100	4	100	4	100
12	3	100	19	23	100	3	100	9	98	3	100
13	4	100	18	12	100	3	100	3	100	5	100
14	10	100	18	21	100	4	100	5	100	3	100
15	5	100	18	9	100	3	100	3	100	8	100
16	4	100	18	7	100	5	100	3	100	6	100
17	3	100	17	30	100	3	100	4	100	5	100
18	3	100	18	7	100	3	100	2	100	4	100
19	3	100	18	24	100	4	100	3	100	3	100
20	4	100	18	25	100	2	100	4	100	3	100
21	5	100	19	35	100	2	100	4	100	3	100
22	6	100	19	32	100	4	100	2	100	4	100
23	3	100	18	44	100	3	100	2	100	3	100
24	4	100	20	21	100	3	100	3	100	3	100
25	4	100	20	14	100	4	100	3	100	6	100
26	3	100	19	34	100	4	100	4	100	6	100
27	3	100	20	17	100	2	100	3	100	4	100
28	4	100	19	15	100	4	100	2	100	8	100
29	3	100	18	16	100	4	100	3	100	5	100
30	3	100	18	56	100	3	100	2	100	5	100
31	3	100	18	46	100	4	100	3	100	4	100
32	4	100	18	31	100	3	100	3	100	7	100
33	3	100	18	28	100	5	100	3	100	5	100
34	4	100	20	40	100	4	100	3	100	4	100
35	3	100	22	28	100	3	100	2	100	4	100
36	5	100	21	51	100	4	100	3	100	7	100
37	4	100	20	21	100	2	100	3	100	4	100
38	5	100	19	34	100	3	100	3	100	3	100
39	4	100	20	49	100	2	100	4	100	3	100
40	6	100	22	28	100	2	100	3	100	5	100
41	6	100	19	12	100	3	100	3	100	3	100
42	3	100	18	6	100	2	100	3	100	3	100
43	4	100	19	14	100	2	100	2	100	4	100
44	6	100	19	22	100	3	100	3	100	5	100
45	6	100	19	15	100	2	100	3	100	3	100
46	8	100	19	58	100	2	100	4	100	3	100
47	6	100	20	6	100	2	100	3	100	5	100
48	4	100	18	14	100	2	100	3	100	7	100
49	4	100	19	6	100	2	100	2	100	7	100
50	4	100	21	14	100	4	100	2	100	6	98
51	4	100	20	29	100	3	100	3	100	2	100
52	5	100	19	40	100	2	100	3	100	4	100
53	5	100	18	25	100	3	100	3	100	4	100
54	4	100	19	9	100	2	100	2	100	3	100
55	5	100	19	15	100	3	100	3	100	3	100

56	6	100	19	32	100	5	100	2	100	4	100
57	8	100	21	24	100	2	100	2	100	3	100
58	5	100	20	20	100	2	100	2	100	4	100
59	4	100	22	15	100	2	100	2	100	4	100
60	5	100	22	27	100	2	100	3	100	3	100
61	3	100	22	27	100	2	100	3	100	3	100
62	4	100	22	42	100	2	100	3	100	6	98
63	3	100	20	20	100	2	100	2	100	4	100
64	3	100	22	17	100	3	100	3	100	3	100
65	4	100	20	6	100	6	100	3	100	6	100
66	4	100	21	26	100	2	100	3	100	4	100
67	6	100	22	41	100	2	100	4	100	4	100
68	5	100	21	16	100	2	100	2	100	3	100
69	4	100	21	56	100	3	100	4	100	3	100
70	3	100	20	67	100	2	100	3	100	3	100
71	4	100	21	13	100	2	100	3	100		
72	4	100	21	11	100	3	100	2	100		
73	3	100	21	52	100	3	100	3	100		
74	4	100	21	74	100	2	100	3	100		
75	6	100	21	17	100	2	100	3	100		
76	4	100	22	30	100	2	100	2	100		
77	3	100	18	14	100	2	100	2	100		
78	3	100	20	18	100	2	100	2	100		
79	2	100	18	54	100	3	100	3	100		
80	2	100	20	21	100	1	100	2	100		
81	3	100	19	20	100	3	100	2	100		
82	5	100	19	7	100	2	100	2	100		
83	3	100	19	37	100	4	100	2	100		
84	2	100	18	26	100	2	100	2	100		
85	2	100	18	11	100	2	100	4	100		
86	4	100	19	12	100	2	100	2	100		
87	2	100	14	8	100	3	100	2	100		
88	4	100	19	16	100	2	100	2	100		
89	6	100	19	12	100			2	100		
90	5	100	19	22	100			3	100		
91			20	13	100						
92				31	100						
93				83	100						
94				8	100						
95				14	100						
96				37	100						
97				11	100						
98				45	100						
99				4	100						
100				17	100						
101				20	100						
102				57	100						
103				31	100						

m	4,16	100	19,42	25,42	100	2,75	100	3,02	99,92	4,31	99,91
s	1,38		1,55	15,87		0,91		1,13		1,38	
N'	23,00		2,00	81,00		23,00		30,00		22,00	
N: OK?	Sim		Sim	Sim		Sim		Sim		Sim	

N	Devolver pneu															
	Limpar DOT e retirar etiqueta do pneu				Colocar pneu na paleta				Colocar paleta no local de <i>outbound</i>				Identificar paleta de acordo com a avaliação			
	N° PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA	N° PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA	N° PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA	N° PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA
1	4	100	25,0	100	2	88	44,0	100	2	120	60,0	97	2	55	27,5	100
2	4	72	18,0	100	4	121	30,3	100	4	107	26,8	100	4	46	11,5	100
3	2	85	42,5	100	4	136	34,0	100	4	64	16,0	100	4	40	10,0	103
4	2	98	49,0	100	2	159	79,5	100	2	33	16,5	100	2	27	13,5	103
5	2	44	22,0	100	2	137	68,5	98	2	63	31,5	98	2	30	15,0	102
6	2	83	41,5	94	2	141	70,5	100	4	80	20,0	100	2	67	33,5	100
7	3	66	22,0	100	2	182	91,0	96	2	50	25,0	100	2	34	17,0	100
8	4	110	27,5	100	2	136	68,0	100	2	96	48,0	100	2	32	16,0	100
9	4	72	18,0	100	2	98	49,0	100	2	95	47,5	100	3	60	20,0	100
10	5	108	21,6	100	3	215	71,7	98	2	75	37,5	100	4	47	11,8	102
11	5	128	25,6	100	4	209	52,3	100	2	79	39,5	100	2	50	25,0	100
12	2	33	16,5	100	2	113	56,5	100	2	62	31,0	100	2	54	27,0	100
13	3	53	17,7	100	2	121	60,5	100	2	66	33,0	100	2	38	19,0	100
14	3	69	23,0	100	2	95	47,5	100	2	66	33,0	100	2	34	17,0	100
15	2	77	38,5	100	2	111	55,5	100	2	60	30,0	100	2	57	28,5	100
16	1	34	34,0	100	2	135	67,5	100	3	96	32,0	100	2	56	28,0	100
17	2	107	53,5	100	2	135	67,5	100	2	59	29,5	100	2	63	31,5	100
18	2	55	27,5	100	2	212	106,0	93	1	46	46,0	100	2	60	30,0	100
19	3	73	24,3	100	2	108	54,0	100	2	71	35,5	100	2	42	21,0	100
20	1	65	65,0	96	3	181	60,3	100	2	53	26,5	100	3	43	14,3	102
21	3	79	26,3	100	2	161	80,5	97	2	53	26,5	100	2	53	26,5	100
22	2	50	25,0	100	1	51	51,0	100	2	47	23,5	100	1	52	52,0	100
23	2	55	27,5	100	2	90	45,0	100	2	117	58,5	100	2	56	28,0	100
24	3	67	22,3	100	2	111	55,5	100	3	98	32,7	100	2	51	25,5	100
25	3	50	16,7	100	2	94	47,0	100	1	69	69,0	98	2	58	29,0	100
26	3	61	20,3	100	2	118	59,0	100	1	73	73,0	98	2	48	24,0	100
27	2	79	39,5	97	2	75	37,5	100	2	74	37,0	100	2	55	27,5	100
28	2	49	24,5	100	3	58	19,3	105	3	71	23,7	100	3	54	18,0	100
29	1	31	31,0	100	1	69	69,0	100	3	56	18,7	100	1	56	56,0	98
30	2	66	33,0	100	1	48	48,0	100	2	54	27,0	100	1	38	38,0	100
31	2	78	39,0	98	2	108	54,0	100	3	59	19,7	100	2	38	19,0	100
32	2	42	21,0	100	3	160	53,3	100	2	43	21,5	100	3	49	16,3	100
33	2	78	39,0	96	3	95	31,7	100	2	60	30,0	100	2	42	21,0	100
34	2	55	27,5	100	2	99	49,5	100	2	77	38,5	100	3	35	11,7	103
35	2	59	29,5	100	3	122	40,7	100	3	88	29,3	100	2	42	21,0	100
36					2	130	65,0	100	2	60	30,0	100	3	57	19,0	101
37					2	94	47,0	100	2	53	26,5	100	2	50	25,0	100
38					1	65	65,0	100	3	47	15,7	102	2	50	25,0	100
39					2	74	37,0	100	2	43	21,5	100	3	51	17,0	102
40					2	141	70,5	99					2	42	21,0	100
41					2	106	53,0	100					2	42	21,0	100
42					3	170	56,7	100								
43					2	144	72,0	98								
44					2	95	47,5	100								
45					2	113	56,5	100								
46																
47																
48																

m	29,57	99,46	56,13	99,6	33,00	99,8	23,50	100,39
s	11,14		17,02		13,74		9,82	
N'	30,00		20,00		36,00		37,00	
N: OK?	Sim		Sim		Sim		Sim	

N	EMPILHADOR							
	Entrar empilhador				Sair empilhador			
	Nº PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA	Nº PNEUS	TO	TO/ PNEU	FA
1	4	9	2,3	100	4	13	3,3	100
2	12	12	1,0	100	12	18	1,5	100
3	9	15	1,7	98	9	20	2,2	100
4	10	12	1,2	100	10	21	2,1	98
5	6	26	4,3	97	6	21	3,5	98
6	11	9	0,8	102	11	24	2,2	100
7	8	34	4,3	95	7	18	2,6	100
8	12	15	1,3	98	8	17	2,1	100
9	8	17	2,1	100	12	21	1,8	100
10	4	23	5,8	100	8	21	2,6	98
11	4	17	4,3	100	4	19	4,8	100
12	3	27	9,0	100	4	21	5,3	97
13	2	20	10,0	100	3	19	6,3	100
14	8	14	1,8	100	11	18	1,6	100
15	4	14	3,5	100	8	17	2,1	100
16	8	12	1,5	102	4	24	6,0	98
17	9	17	1,9	100	9	19	2,1	100
18	8	27	3,4	100	8	18	2,3	100
19	9	13	1,4	100	5	18	3,6	100
20	2	11	5,5	100	5	17	3,4	100
21	5	18	3,6	100	10	17	1,7	98
22	2	13	6,5	100	10	26	2,6	98
23	5	20	4,0	100	9	20	2,2	100
24	10	20	2,0	98	9	25	2,8	100
25	10	13	1,3	100	3	17	5,7	100
26	9	13	1,4	100	10	10	1,0	100
27	9	16	1,8	100	11	23	2,1	100
28	3	9	3,0	100	9	22	2,4	100
29	10	10	1,0	102	7	21	3,0	100
30	11	18	1,6	100	8	13	1,6	100
31	9	20	2,2	100	4	19	4,8	100
32	8	26	3,3	98	9	16	1,8	100
33	10	12	1,2	100	7	19	2,7	100
34	7	15	2,1	100	9	20	2,2	100
35	11	16	1,5	100	5	17	3,4	100
36	8	15	1,9	100	6	17	2,8	100
37	9	15	1,7	98	8	23	2,9	100
38	7	15	2,1	100	8	10	1,3	100
39	9	13	1,4	100	6	10	1,7	100
40	9	20	2,2	100	2	17	8,5	102
41	8	23	2,9	100	4	18	4,5	100
42	6	10	1,7	100	2	13	6,5	100
43	2	28	14,0	100	7	11	1,6	102
44	4	17	4,3	100	2	13	6,5	102
45	2	8	4,0	102	4	9	2,3	100
46	7	14	2,0	100	4	10	2,5	100
47	2	18	9,0	100	2	20	10,0	98
48	4	22	5,5	100	2	13	6,5	100
49	4	17	4,3	98	4	15	3,8	100
50	2	10	5,0	100	6	12	2,0	100
51	2	29	14,5	100	5	14	2,8	100
52	2	16	8,0	100	5	14	2,8	102
53	3	16	5,3	100	5	12	2,4	100
54	2	18	9,0	98	2	6	3,0	102
55	4	15	3,8	100	2	11	5,5	100

56	2	13	6,5	100	5	14	2,8	100
57	6	22	3,7	100	4	10	2,5	100
58	5	14	2,8	100	5	7	1,4	102
59	5	11	2,2	100	5	8	1,6	100
60	5	9	1,8	100	2	17	8,5	100
61	2	13	6,5	98	4	15	3,8	102
62	5	10	2,0	100	4	21	5,3	100
63	4	12	3,0	100	2	20	10,0	98
64	5	17	3,4	102	4	23	5,8	98
65	5	16	3,2	100	2	20	10,0	100
66	2	18	9,0	100	2	21	10,5	100
67	2	10	5,0	100	5	24	4,8	98
68	4	15	3,8	100	4	23	5,8	98
69	4	14	3,5	100	2	19	9,5	100
70	2	15	7,5	100	2	18	9,0	98
71	4	13	3,3	100	2	18	9,0	100
72	2	10	5,0	100	2	16	8,0	100
73	2	20	10,0	100	2	20	10,0	100
74	5	16	3,2	100	2	20	10,0	98
75	4	18	4,5	100	5	20	4,0	100
76	2	19	9,5	98	2	20	10,0	98
77	2	15	7,5	100	2	11	5,5	100
78	2	9	4,5	100	2	18	9,0	100
79	2	13	6,5	100	4	23	5,8	100
80	2	14	7,0	100	2	27	13,5	95
81	2	12	6,0	102	5	23	4,6	100
82	2	12	6,0	100	5	20	4,0	100
83	5	17	3,4	100	3	13	4,3	102
84	2	11	5,5	100	2	14	7,0	102
85	2	15	7,5	100	2	13	6,5	100
86	2	10	5,0	100	4	15	3,8	100
87	2	15	7,5	100	4	19	4,8	100
88	4	10	2,5	100	5	24	4,8	98
89	3	8	2,7	100				
90	2	20	10,0	100				
91	5	16	3,2	100				
92	5	10	2,0	100				
93	2	11	5,5	100				
94	3	14	4,7	100				
95	2	14	7,0	100				
96	2	9	4,5	100				
97	1	9	9,0	100				
98	4	17	4,3	100				
99	4	9	2,3	100				
100	5	20	4,0	100				
101	2	12	6,0	100				
102								
103								

m	4,35	99,7	4,51	99,6
s	2,82		2,83	
N'	88,00		82,00	
N: OK?	Sim		Sim	

Apêndice 5 - Resultados ajustamentos

	Entrar e sair do empilhador	Utilizar empilhador	Utilizar computador	1. Assinar guia	3. Recolher folha IV	4. Riscar o DOT/ colar etiquetas	4. Colocar folhas IV na máquina	5. Usar crane	6. Identificar falhas	6. Apontar classificação na folha IV	7. Identificar palete	7. Limpar DOT e retirar etiqueta
Total	0	9	0	0	0	14	0	8	10	0	0	14
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
4	0	4	0	0	0	0	0	7	10	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	11

Apêndice 6 - Tempos normalizados

RECECIONAR PNEUS						
	Assinar Guia	Descarregar camião	Carregar camião	Registar entrada e saída de pneus	Entrar empilhador	Sair empilhador
TO	2,38	43,69	51,06	6,00	4,35	4,51
FA	99,91	99,26	99,59	100,00	99,70	99,58
S Aj	0	0,09	0,09	0	0	0
FA aj	99,91	108,19	108,55	100,00	99,70	99,58
TN	2,38	47,27	55,43	6,00	4,33	4,49
S TN	119,90					

Transportar pneu			
	Transportar pneu para a zona de teste	Entrar empilhador	Sair empilhador
TO	69,53	4,35	4,51
FA	99,87	99,70	99,58
S Aj	0,09	0	0
FA aj	108,85	99,70	99,58
TN	75,69	4,33	4,49
S TN	84,51		

Identificar pneu	
	Recolher folha IV
TO	6,75
FA	99,93
S Aj	0
FA aj	99,93
TN	6,75
S TN	6,75

Registar pneu					
	Registar pneu no computador	Marcar linha no DOT	Colar etiqueta no pneu	Colocar folhas IV na máquina	Carregar teste no computador
TO	61,87	13,76	26,20	5,20	8,81
FA	99,58	98,91	99,62	99,08	99,96
S Aj	0	0,14	0,14	0	0
FA aj	99,58	112,76	113,57	99,08	99,96
TN	61,61	15,52	29,76	5,15	8,80
S TN	120,83				

Testar					
	Preparar entrada do pneu SS	Colocar pneu teste SS	Preparar entrada do pneu OSS	Colocar pneu teste OSS	Retirar pneu da máquina
TO	54,00	56,54	61,14	69,06	68,05
FA	99,53	99,88	100,00	100,00	100,00
S Aj	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
FA aj	107,50	107,87	108,00	108,00	108,00
TN	58,05	60,99	66,03	74,58	73,50
S TN	333,14				

Avaliar pneu						
	Abrir ficheiro	Esperar pelo programa	Identificar falhas	Classificar pneu	Submeter avaliação	Apontar classificação na folha IV
TO	4,16	19,42	25,42	2,75	3,02	4,31
FA	100,00	-	100,00	100,00	99,92	99,91
S Aj	0	-	0,1	0	0	0
FA aj	100,00	-	110,00	100,00	99,92	99,91
TN	4,16	19,42	27,96	2,75	3,02	4,31
S TN	61,61					

Devolver pneu						
	Limpar DOT e retirar etiqueta	Colocar pneu na paleta	Colocar paleta em <i>outbound</i>	Identificar paleta	Entrar empilhador	Sair empilhador
TO	29,57	56,13	33,00	23,50	4,35	4,51
FA	99,46	99,64	99,82	100,39	99,70	99,58
S Aj	0,14	0,09	0,09	0	0	0
FA aj	113,38	108,61	108,80	100,39	99,70	99,58
TN	33,52	60,96	35,90	23,59	4,33	4,49
S TN	162,80					

Apêndice 7 – Correções

Correções para ocorrências irregulares									Correções para atividades periódicas		
Transportar paletes vazias			Mover pneus			Comunicar com colegas			Preparar turno	Colocar/Remover empilhadores de carregar	Mudar bateria do comando da grua
C3			C4			C5			C6	C7	C8
N	TO	TO	Nº Ocorrências		TO	TO	Nº Ocorrências		TO	TO	TO
1	52	45	6		14	58	3		46	19	8
2	43	74	8		61	52	4		34	37	7
3	21	79	4		46	60	4		27	18	9
4	68	52	2		36		2		34	33	8
5	66	78	7		42		8		25	43	4
6	50	58	8		58		3		20	27	3
7	42	102	3		56		3		58	60	3
8	85	81	7		40				30	56	
9	50	58			35				24	23	
10	28	48			48				17	19	
11	95	55			35				41	15	
12	61	68			62				73	35	
13	66	68			30				40	47	
14	97	68			40				20	41	
15	67	50			42				67	55	
16	60	76			45				52	20	
17	64	40			74				75	40	
18	84	37			49				22	40	
19	91	73			52				22	55	
20	71	41			78				65		
21	73	60			58				31		
22	41	67							55		
23	56								43		
m	62,42		6,00		48,79		4,00		38,19		6,00
s	18,09				14,21				16,56		
N'	18				18				39		
N: OK?	Sim				Sim				Sim		
	C3		C4		C5		C6		C7	C8	
%	2,60		1,36		1,59		2,04		0,14	0,07	

Apêndice 8 - Análise Pareto ABC

	Referência de Pneus	Nº testes	% testes	% testes acumulada	ABC
1	20.5 R 25	2184	13,078%	13,08%	A
2	23.5 R 25	1851	11,084%	24,16%	A
3	18.00 R 25	1477	8,844%	33,01%	A
4	29.5 R 25	1409	8,437%	41,44%	A
5	18.00 R 33	1226	7,341%	48,78%	A
6	450/95 R 25	1114	6,671%	55,46%	A
7	26.5 R 25	1000	5,988%	61,44%	A
8	14.00 R 24	895	5,359%	66,80%	A
9	24.00 R 35	865	5,180%	71,98%	A
10	480/95 R 25	854	5,114%	77,10%	A
11	35/65 R 33	727	4,353%	81,45%	B
12	21.00 R 33	671	4,018%	85,47%	B
13	16.00 R 25	664	3,976%	89,44%	B
14	875/65 R 29	312	1,868%	91,31%	B
15	12.00 R 24	256	1,533%	92,84%	B
16	750/65 R 25	230	1,377%	94,22%	B
17	520/70 R 38	85	0,509%	94,73%	B
18	460/70 R 24	69	0,413%	95,14%	C
19	710/70 R 38	60	0,359%	95,50%	C
20	710/60 R 42	57	0,341%	95,84%	C
21	775/65 R 29	53	0,317%	96,16%	C
22	600/65 R 28	52	0,311%	96,47%	C
23	480/70 R 24	43	0,257%	96,73%	C
24	650/65 R 42	38	0,228%	96,96%	C
25	18.00 - 25	37	0,222%	97,18%	C
26	340/85 R 24	37	0,222%	97,40%	C
27	415/80 R 685	28	0,168%	97,57%	C
28	540/65 R 38	27	0,162%	97,73%	C
29	710/70 R 42	26	0,156%	97,89%	C
30	620/70 R 42	22	0,132%	98,02%	C
31	540/65 R 28	19	0,114%	98,13%	C
32	540/65 R 30	17	0,102%	98,23%	C
33	750/65 R 26	16	0,096%	98,33%	C
34	900/60 R 38	15	0,090%	98,42%	C
35	900/60 R 42	14	0,084%	98,50%	C
36	480/70 R 28	12	0,072%	98,57%	C
37	540/65 R 34	12	0,072%	98,65%	C
38	710/75 R 42	12	0,072%	98,72%	C
39	21.00 - 25	10	0,060%	98,78%	C
40	420/70 R 24	10	0,060%	98,84%	C
41	480/80 R 50	10	0,060%	98,90%	C
42	520/70 R 34	10	0,060%	98,96%	C

43	650/65 R 34	10	0,060%	99,02%	C
44	17.5 R 25	9	0,054%	99,07%	C
45	420/85 R 38	7	0,042%	99,11%	C
46	480/70 R 34	7	0,042%	99,16%	C
47	520/85 R 42	7	0,042%	99,20%	C
48	500/70 R 24	6	0,036%	99,23%	C
49	580/70 R 38	6	0,036%	99,27%	C
50	600/70 R 30	6	0,036%	99,31%	C
51	600/70 R 34	6	0,036%	99,34%	C
52	800/65 R 32	6	0,036%	99,38%	C
53	420/85 R 28	5	0,030%	99,41%	C
54	460/85 R 38	5	0,030%	99,44%	C
55	520/85 R 38	5	0,030%	99,47%	C
56	360/70 R 24	4	0,024%	99,49%	C
57	380/70 R 24	4	0,024%	99,51%	C
58	420/85 R 24	4	0,024%	99,54%	C
59	420/85 R 34	4	0,024%	99,56%	C
60	480/80 R 42	4	0,024%	99,59%	C
61	480/80 R 46	4	0,024%	99,61%	C
62	500/85 R 24	4	0,024%	99,63%	C
63	500/85 R 30	4	0,024%	99,66%	C
64	600/60 R 30	4	0,024%	99,68%	C
65	18.00 - 33	3	0,018%	99,70%	C
66	26.5 - 25	3	0,018%	99,72%	C
67	320/85 R 24	3	0,018%	99,74%	C
68	650/75 R 32	3	0,018%	99,75%	C
69	710/60 R 34	3	0,018%	99,77%	C
70	800/70 R 32	3	0,018%	99,79%	C
71	800/70 R 38	3	0,018%	99,81%	C
72	900/60 R 32	3	0,018%	99,83%	C
73	18.4 X 16.1	2	0,012%	99,84%	C
74	21.00 - 35	2	0,012%	99,85%	C
75	21.00 R 35	2	0,012%	99,86%	C
76	340/85 R 28	2	0,012%	99,87%	C
77	37.25 - 35	2	0,012%	99,89%	C
78	380/70 R 20	2	0,012%	99,90%	C
79	480/70 R 30	2	0,012%	99,91%	C
80	480/70 R 38	2	0,012%	99,92%	C
81	520/85 R 46	2	0,012%	99,93%	C
82	650/75 R 38	2	0,012%	99,95%	C
83	650/85 R 38	2	0,012%	99,96%	C
84	29.5 - 29	1	0,006%	99,96%	C
85	300/70 R 20	1	0,006%	99,97%	C
86	380/80 R 38	1	0,006%	99,98%	C
87	400/75 - 28	1	0,006%	99,98%	C
88	650/60 R 38	1	0,006%	99,99%	C

89	680/85 R 32	1	0,006%	99,99%	C
90	750/70 R 44	1	0,006%	100,00%	C

Apêndice 9 - Tempos observados e observações esperadas da máquina

	Teste SS										
	baixar unidade carga	1-2 tapete	rodar tapete 2	tapete 2-máquina	fechar porta	teste SS	abrir porta	máquina - tapete 3	rodar tapete 3	3-4 tapete	subir unidade carga
N	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU
1	13	16	22	14	21		12	15	22	16	14
2	13	15	22	15	21		12	15	22	13	15
3	13	14	22	15	22		12	15	23	14	15
4	13	15	22	14	21		14	15	23	14	16
5	17	16	22	15	21		14	16	23	15	15
6	15	14	23	14	22		15	14	22	16	18
7	17	17	22	15	21		14	18		16	
8	12	15		15	22		14	18			
9	14	16		14	21		12	18			
10	16	15		13	22		13	18			
11											
m	14,30	15,30	22,14	14,40	21,40	581,85	13,20	16,20	22,50	14,86	15,50
s	1,83	0,95	0,38	0,70	0,52		1,14	1,62	0,55	1,21	1,38
N'	4	1	1	1	1		2	3	1	2	2
N: OK?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

	Teste OSS											
	baixar unidade carga	1-2 tapete	rodar tapete 2	tapete 2-máquina	fechar porta	teste SS	abrir porta	espera tapete	máquina - tapete 3	rodar tapete 3	3-4 tapete	subir unidade carga
N	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU	TO/ PNEU
1	13	16	22	14	21		12	11	15	22	16	14
2	13	15	22	15	21		12	9	15	22	13	15
3	13	14	22	15	22		12	7	15	23	14	15
4	13	15	22	14	21		14	7	15	23	14	16
5	17	16	22	15	21		14	8	16	23	15	15
6	15	14	23	14	22		15	8	14	22	16	18
7	17	17	22	15	21		14	10	18		16	18
8	12	15		15	22		14	8	18			
9	14	16		14	21		12	8	18			
10	16	15		13	22		13	7	18			
11												
m	14,30	15,30	22,14	14,40	21,40	357,21	13,20	8,30	16,20	22,50	14,86	15,86
s	1,83	0,95	0,38	0,70	0,52		1,14	1,34	1,62	0,55	1,21	1,57
N'	4	1	1	1	1		2	6	3	1	2	3
N: OK?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Apêndice 10 - tempos da máquina por referência de pneu

							m	s	N'	N SUFICIENTE?
TESTAR PNEUS	1									
		1	2	3	4	5				
	20.05 R 25 SS	min	13	13	13	13	789,47	4,35	1,00	Sim
		s	10	16	15	9				
		total (s)	790	796	795	789				
	20.05 R 25 OSS	min	10	10	10	10	623,50	2,39	1,00	Sim
		s	23	19	25	24				
		total (s)	623	619	625	624				
	2									
		1	2	3	4	5				
	23.5 R 25 SS	min	13	13	13	13	787,33	1,86	1,00	Sim
		s	4	9	8	9				
		total (s)	784	789	788	789				
	23.5 R 25 SS	min	10	10	10	10	621,20	3,27	1,00	Sim
		s	21	26	17	22				
		total (s)	621	626	617	622				
	3									
		1	2	3	4	5				
	18.00 R 25 SS	min	6	6			368,50	0,71	1,00	Sim
		s	8	9						
		total (s)	368	369	0	0				
	18.00 R 25 OSS	min	3	3			210,00	1,41	1,00	Sim
		s	29	31						
		total (s)	209	211	0	0				
	4									
		1	2	3	4	5				
	29.5 R 25 SS	min	12	12			731,50	2,12	1,00	Sim
		s	10	13						
		total (s)	730	733	0	0				
	29.5 R 25 OSS	min	12	12			732,00	2,83	1,00	Sim
		s	10	14						
		total (s)	730	734	0	0				
	5									
		1	2	3	4	5				
	18.00 R 33 SS	min	6	6	6	6	394,75	2,22	1,00	Sim
		s	37	36	34	32				
		total (s)	397	396	394	392				
	18.00 R 33 OSS	min	3	3	3	3	210,25	0,96	1,00	Sim
		s	31	30	29	31				
		total (s)	211	210	209	211				
	6									
		1	2	3	4	5				
	450/95 R 25 SS	min	6	6	6		376,00	1,00	1,00	Sim
		s	17	15	16					
		total (s)	377	375	376	0				
	450/95 R 25 OSS	min	3	3	3		211,00	1,00	1,00	Sim
		s	30	31	32					
		total (s)	210	211	212	0				
	7									
		1	2	3	4	5				
	26.5 R 25 SS	min	11	11	11	11	682,20	2,60	1,00	Sim
		s	19	20	21	19				
		total (s)	679	680	681	679				
	26.5 R 25 OSS	min	8	8	8	8	518,00	1,81	1,00	Sim

	s	35	37	37	38	37			
	total (s)	515	517	517	518	517			
8		1	2	3	4	5			
14.00 R 24 SS	min	6	6	6	6	6			
	s	13	38	16	14	17	380,25	11,90	1,00
	total (s)	373	398	376	374	377			Sim
14.00 R 24 OSS	min	3	3	3	3	3			
	s	29	32	30	31	32	210,50	1,29	1,00
	total (s)	209	212	210	211	212			Sim
9		1	2	3	4	5			
24.00 R 35 SS	min	6	6	6	6	6			
	s	40	31	29	36	30	393,00	3,57	1,00
	total (s)	400	391	389	396	390			Sim
24.00 R 35 OSS	min	3	3	3	3	3			
	s	29	13	29	30	30	208,80	5,67	1,00
	total (s)	209	193	209	210	210			Sim
10		1	2	3	4	5			
480/95 R 25 SS	min	6	6	6	6	6			
	s	13	10	14	10	12	372,50	3,16	1,00
	total (s)	373	370	374	370	372			Sim
480/95 R 25 OSS	min	3	3	3	3	3			
	s	31	31	32	29	34	212,00	1,58	1,00
	total (s)	211	211	212	209	214			Sim
11		1	2	3	4	5			
35/65 R 33 SS	min	11	11	11	11				
	s	58	58	59	59		718,50	0,58	1,00
	total (s)	718	718	719	719	0			Sim
35/65 R 33 OSS	min	7	7	7	7				
	s	21	23	24	22		442,50	1,29	1,00
	total (s)	441	443	444	442	0			Sim
12		1	2	3	4	5			
21.00 R 33 SS	min	11	10						
	s	2	57				659,50	3,54	1,00
	total (s)	662	657	0	0	0			Sim
21.00 R 33 SS	min	7	7						
	s	48	51				469,50	2,12	1,00
	total (s)	468	471	0	0	0			Sim

Apêndice 11 - Excel/cálculo do *backlog* de pneus da *shearografia*

	Pneus	Tire Dim Class	TEMPO TOTAL	Quantidade
1	20.5 R 25	OTR	23,55	
2	23.5 R 25	OTR	23,48	
3	18.00 R 25	OTR	9,64	
4	29.5 R 25	OTR	24,39	
5	18.00 R 33	OTR	10,08	
6	450/95 R 25	OTR	9,78	
7	26.5 R 25	OTR	20,00	
8	14.00 R 24	OTR	9,85	
9	24.00 R 35	OTR	10,03	
10	480/95 R 25	OTR	9,74	
11	35/65 R 33	OTR	19,35	
12	21.00 R 33	OTR	18,82	
13	16.00 R 25	OTR	0,00	
14	875/65 R 29	OTR	0,00	
15	12.00 R 24	OTR	0,00	
16	750/65 R 25	OTR	0,00	
17	520/70 R 38	AGRO	0,00	
18	460/70 R 24	AGRO	0,00	
19	710/70 R 38	AGRO	0,00	
20	710/60 R 42	AGRO	0,00	

WORKING DAYS



0

TOTAL HOURS



0 Hours 0 Minutes

CALCULATE

Apêndice 12 – Template de reuniões de operação

Reuniões Operação AGRO e OTR

26 de setembro de 2024 11:37

Data de Reunião	Efetivos
01/01/2024	(nº de participantes)

Membros

☐

☐

☐

☐

☐

☐

Ordem de Trabalhos	
14H00	Warm Up
	☐ Criar Ambiente
	☐ Abertura Reunião
14h05	Técnicos - Semana que passou / Preparação da seguinte
10'	☐
10'	☐
10'	☐
5'	☐
14h40	Filipa + Técnicos - Semana que passou / Preparação da seguinte
10'	☐
	☐
	☐
	☐

SEAM

BM

WIP

Descrever com detalhe o que ficou pendente desta semana

DONE

Descrever com detalhe o que foi realizado esta semana

BACKLOG

Descrever com detalhe trabalho que está pendente

Corte

Shearografia

Relatórios

Prioridade

Testes Característicos

R&DWH

Próxima Semana

Tarefas a serem realizadas na próxima semana

Corte

Shearografia

Relatórios

Prioridade

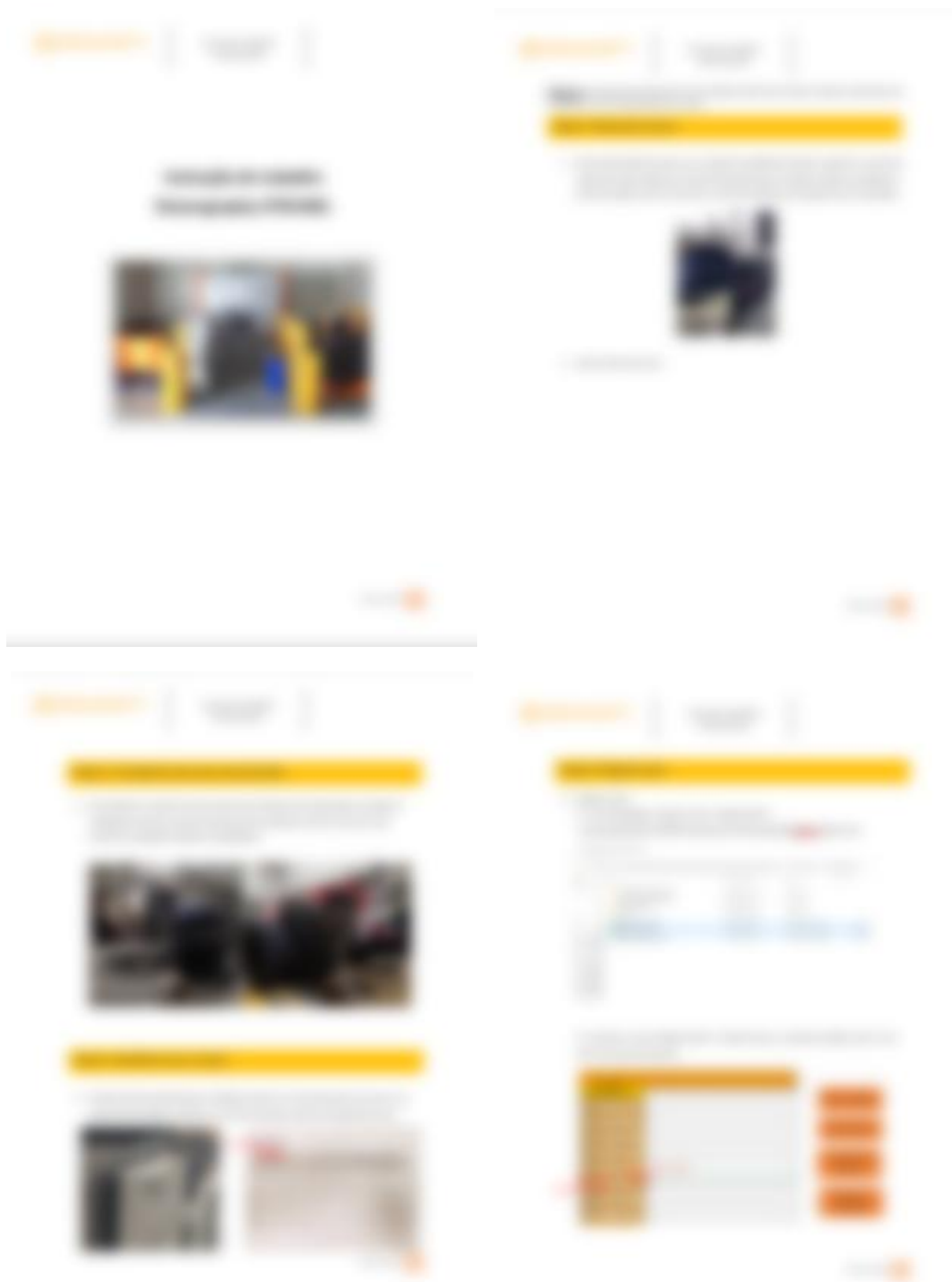
Testes Característicos

R&DWH

Pedidos Especiais

Agenda - Operação		
2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira
-	-	-
5ª Feira		6ª Feira
-		-

Apêndice 13 – Primeiras páginas da instrução de trabalho do processo de *shearografia*



Apêndice 14 – Primeiras páginas da instrução de trabalho do processo do corte



Apêndice 15 – Primeiras páginas da instrução de calibração

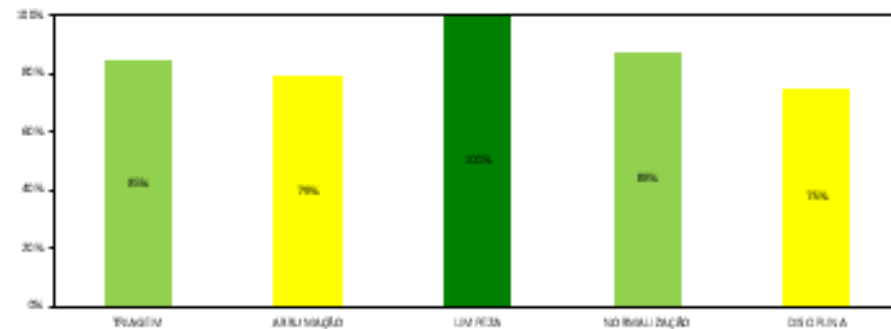


Apêndice 16 – Resultado da segunda auditoria 5S no Centro de Testes e Avaliação

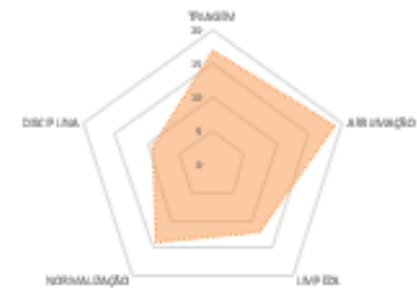
5S N° CRITÉRIO		AVALIAÇÃO				
		Pontos	Max	Média	Desv	-----
		1	1	2	3	4
Setor - Separar	1. Há afinação e/ou limpeza material/praga/ferramentas armazenadas para a conservação dos materiais?					1
	2. Há afinação e/ou limpeza de material/praga/ferramentas pela afinação?					1
	3. Deixar os materiais afinação e/ou limpeza dos materiais?				1	
	4. Há sala de limpeza e/ou limpeza, limpa de papéis e documentos impressos? Há sala de limpeza e/ou limpeza de materiais?				1	
	5. Há sala de armazenamento e/ou limpeza?				1	
Setor - Organizar	6. Todos os materiais e/ou materiais, armazenados e armazenados (armazenados, armazenados e armazenados)?				1	
	7. Equipamentos/praga para manutenção e/ou manutenção e/ou manutenção e/ou manutenção?					1
	8. Condições de limpeza e manutenção e/ou manutenção e/ou manutenção e/ou manutenção?					1
	9. Ferramentas e/ou ferramentas e/ou ferramentas e/ou ferramentas e/ou ferramentas?			1		
	10. Vias de circulação e/ou circulação e/ou circulação e/ou circulação e/ou circulação?				1	
Setor - Limpar	11. O espaço de limpeza tem um espaço geral organizado?				1	
	12. Paredes e/ou paredes, paredes de pintura/limpeza?					1
	13. Superfície de resíduos sólidos adequados e materiais limpos e armazenados?					1
	14. Há sala, água, ... armazenados pela afinação? Há sala de limpeza de praga e/ou limpeza e/ou limpeza?					1
Setor - Manter	15. Todos os materiais e/ou materiais e/ou materiais e/ou materiais e/ou materiais e/ou materiais?				1	
	16. Manutenção e/ou manutenção e/ou manutenção e/ou manutenção e/ou manutenção?					1
	17. Há sala e/ou sala de limpeza e/ou limpeza e/ou limpeza e/ou limpeza e/ou limpeza?					1
	18. São utilizadas e/ou ferramentas e/ou ferramentas e/ou ferramentas e/ou ferramentas e/ou ferramentas?				1	
Setor - Melhorar	19. Há limpeza das diferentes áreas e/ou limpeza e/ou limpeza e/ou limpeza e/ou limpeza e/ou limpeza?				1	
	20. Existem ações de melhoria e/ou melhoria e/ou melhoria e/ou melhoria e/ou melhoria e/ou melhoria?				1	
	21. Todos os colaboradores da área e/ou colaboradores e/ou colaboradores e/ou colaboradores e/ou colaboradores e/ou colaboradores?				1	

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO		AVALIAÇÃO ANTERIOR	AVALIAÇÃO ACTUAL
	1 a 50 X - Ponto	74%	85%
	50 a 70 - Max		
	71 a 80 - Média		
	81 a 90 - Desv		
	91 a 100 - Excelente		

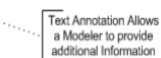
OBJECTIVO EM CADA "5"



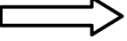
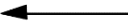
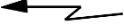
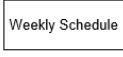
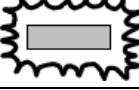
QUADRO RADAR



Anexo 1 – Categorias de elementos do BPMN

Categorias de elementos		Elementos	Simbologia	Descrição
Objetos de fluxo	Existe um conjunto de três elementos-chave dentro dos objetos de fluxo, de forma que os responsáveis por modelar o diagrama não tenham de aprender e reconhecer um grande número de elementos	Evento		Representa algo que acontece durante o processo, normalmente têm uma causa ou um efeito associado. Existem três tipos de evento: inicial, intermédio e final.
		Atividade		Representa o trabalho realizado pela empresa. Os tipos de atividades são: tarefas e subprocessos.
		Gateway		Controla as convergências e divergências da sequência do fluxo.
Objetos de conexão	Os objetos de fluxo são conectados, através dos objetos de conexão, de forma a criar a estrutura do diagrama. Existem três tipos de objetos:	Fluxo de sequência		Representa a sequência das atividades realizadas no processo.
		Fluxo de Mensagem		Representa o fluxo de mensagens entre diferentes participantes envolvidos no processo.
		Associação		Associa dados, texto, e outros artefactos com os objetos do fluxo. Mostram os <i>inputs</i> e <i>outputs</i> das atividades.
Swimlanes	O conceito de <i>swimlanes</i> é usado como um mecanismo para organizar atividades em diferentes categorias visuais de modo a ilustrar diferentes capacidades ou responsabilidades funcionais.	Pool		Representa os participantes do processo. São utilizadas quando o diagrama envolve duas entidades diferentes.
		Lane		Organiza e categoriza atividades. <i>Lane</i> é uma subdivisão da <i>Pool</i> .
Artefactos	De modo a proporcionar flexibilidade aos modeladores e às ferramentas de modelagem, existem os artefactos que permitem a adição de contexto apropriado em situações específicas de modelação.	Data Object		Mostra como os dados são necessários ou produzidos pelas atividades.
		Grupo		Utilizados para documentação ou com objetivo de analisar, sem afetar o fluxo do processo.
		Anotação		Permite fornecer informação adicional do processo.

Anexo 2 – Ícones padrão do VSM

Categoria de Símbolo	Nome	Simbologia	Nome	Simbologia
Fluxo de material	Processo		Processo partilhado	
	Caixas de processo		Fornecedores	
	Caixa de inventário		Transporte de fornecedor	
	Seta de produção empurrada		Envios	
	Sequência do fluxo FIFO		Supermercado	
	Empilhador		Transporte de barco	
Fluxo de informação	Fluxo informação manual		Fluxo informação eletrônica	
	Verificar programação de produção		Sequência puxada	
	Programação		Carga de nivelamento	
	Retirada de <i>Kanban</i>		Produção <i>Kanban</i>	
	Sinal <i>Kanban</i>		<i>Post Kanban</i>	
Gerais	Trabalhador		<i>Kaizen burst</i>	

Anexo 3 – Folha de serviço da transportadora

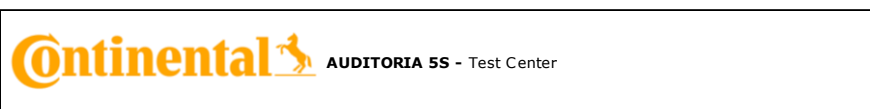
[illegible]

Anexo 4 - Folha de Identificação e Validação

 Identificação e Validação de pneus		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>S</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>Rx</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Shero</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CPC</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			S	N	Rx			Shero			CPC		
	S	N													
Rx															
Shero															
CPC															
Artigo: _____	Grader			Operador	Supervisor										
DOT: _____	Assinatura: _____ nº _____			Assinatura: _____ nº _____	Assinatura: _____ nº _____										
Código de barras	Ralo-X	Shearography	CPC	RRO	Relatório FFDACS / MCAT										
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															

Notas:

Anexo 5 - Modelo de auditoria 5S da Continental



5S Nº CRITÉRIO			AVALIAÇÃO				
			Péssimo	Mau	Médio	Bom	Excelente
			0	1	2	3	4
Seiri - Separar	1	Na oficina só existem materiais/peças/ferramentas necessárias para a execução dos trabalhos?					
	2	Na oficina não há amontoados de materiais/peças/ferramentas pelo chão?					
	3	Dentro dos armários só existem materiais/ferramentas necessárias à execução dos trabalhos?					
	4	A sala de controlo está arrumada, livre de papeis ou documentos inúteis? Pastas nas respetivas estantes?					
	5	A sala de acondicionamento está arrumada?					
Seiton - Organizar	6	Todos os materiais estão identificados, arrumados e acessíveis (bancadas, armários e outros)?					
	7	Equipamentos/peças para calibração estão devidamente identificadas e bem acondicionadas?					
	8	Contaminantes (oleos e massas) estão bem acondicionados e identificados?					
	9	Ferramentas bem condicionadas e identificadas nos armários/bancadas?					
	10	Vias de circulação estão desimpedidas?					
	11	O chão de fábrica tem um aspeto geral organizado?					
Seisō - Limpar	12	Paredes/chão/bancadas, precisam de pintura/limpeza?					
	13	Segregação de resíduos sólidos adequada e caixotes limpos e arrumados?					
	14	Há óleo, água, ... derramados pelo chão? Área de limpeza de peças devidamente arrumada?					
Seiketsu - Normalizar	15	Todas as informações afixadas são necessárias e estão atualizadas (não há informações inúteis).					
	16	Iluminação é suficiente e está em bom estado?					
	17	A área está livre de poeiras e fumos?					
	18	São utilizados o fardamento e outros EPI's de acordo com as normas da empresa?					
Shitsuke - Respeitar	19	A limpeza das diferentes áreas é rotineira e s/ necess. de ser lembrada?					
	20	Existem ações de melhoria continua implementadas e com acompanhamento?					
	21	Todos os colaboradores da área estão envolvidos na manutenção e melhoria dos 5S.					

Anexo 6 - Ajustamentos de dificuldade segundo Mundel
Ajustamentos de dificuldade para avaliação objectiva do desempenho,
segundo Mundel (1955).

Cate- goria	Descrição	Código	Condições	Ajusta- mento (%)	Exemplos
1	Partes do corpo utilizadas	A	Apenas uso dos dedos	0	
		B	Pulso e dedos (mão)	1	
		C	Cotovelo, antebraço e mão	2	
		D	Todo o membro superior	5	
		E	Tronco e membro superior	8	
		E2	Levantar baixo c/ ajuda pernas	10	
2	Utilização de pedais	F	Sem pedais, ou apenas um pedal com o fulcro sob o pé	0	
		G	Um ou dois pedais com o fulcro fora do pé	5	
3	Trabalho com ambas as mãos (*)	H	As duas mãos ajudam-se ou alternam	0	Ambas as peças são "idênticas" no que respeita ao trabalho a executar
		H2	As mãos trabalham simultaneamente fazendo o mesmo trabalho em peças idênticas	18	
4	Coordena- ção olhos- mãos (*)	I	Trabalho grosseiro	0	Só precisa olhar casualmente Apenas visão periférica casualmente Visão periférica constante Visão próxima Bordar à mão
		J	Visão moderada	2	
		K	Constante, mas não próxima	4	
		L	Cuidadosa, bastante próxima	7	
		M	Exigência de grande acuidade visual	10	
5	Requisitos de manipula- ção (*)	N	Manipulação grosseira	0	Não precisa controlar a força muscular conscientemente Pode inclinar ou pousar os objectos sem cuidado Não deve bater com os objectos Os objectos podem danificar-se facilmente Os objectos podem danificar-se facilmente pela pressão normal dos dedos
		O	Apenas controlo grosseiro	1	
		P	Deve ser controlado, mas pode ser inclinado	2	
		Q	Manipulação com cuidado	3	
		R	Grande fragilidade	5	
6	Peso / força	Identificar pelo peso da peça, resistência a vencer ou força que é necessário exercer			Usar o quadro 1.

Quadro 1

Ajustamento de dificuldade em função da duração da força exercida expressa em percentagem da duração do ciclo (percentagem calculada a partir dos tempos observados médios), segundo Mundel (1955).

Força exercida (Kg)	Valor de base quando a força é exercida durante 5% ou menos do ciclo	Incrementos a adicionar ao valor básico em função da percentagem que exceder 5% do ciclo														Total máx. possível
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	45	
0,5	1	Utilize o valor de base para todas forças inferiores a kg Quando somar, arredonde o resultado para o valor inteiro mais próximo														1
1	2															2
1,5	3															3
2	3															3
2,5	4															4
3	5															5
3,5	7															7
4	8															8
4,5	9															9
5	11															11
5,5	12	Quando somar, arredonde o resultado para o valor inteiro mais próximo														12
6	13															13
6,5	14															14
7	15															15
7,5	16															16
8	17															17
8,5	18															18
9	19															19
9,5	20															20
10	21	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	1,0	1,3	1,7	2	23
10,5	22	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	1,0	1,3	1,7	2	24
11	23	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	1,3	2,0	2,8	3	26
11,5	24	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,8	2,7	3,6	4	28
12	25	0,1	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	2,2	3,3	4,4	5	30
12,5	26	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	2,7	4,0	5,3	6	32
13	27	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	3,1	4,7	6,2	7	34
13,5	28	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	3,6	5,3	7,1	8	36
14	29	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	4,0	6,0	8,0	9	38
14,5	30	0,2	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2	4,4	6,7	8,9	10	40
15	31	0,3	0,6	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	4,9	7,3	9,7	11	42
15,5	31	0,3	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	2,2	2,5	2,7	3,1	6,2	9,3	12,4	14	45
16	32	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,2	6,7	10,0	13,3	15	47
16,5	33	0,4	0,8	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,6	7,1	10,6	14,2	16	49
17	34	0,4	0,9	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	8,0	12,0	16,0	18	52
17,5	34	0,5	1,0	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4	8,9	13,3	17,8	20	54
18	35	0,5	1,1	1,5	2,0	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	9,7	14,7	20,0	22	57
18,5	36	0,6	1,2	1,6	2,1	2,7	3,2	3,7	4,3	4,8	5,3	10,7	16,0	21,4	24	60
19	36	0,6	1,2	1,7	2,3	2,9	3,5	4,0	4,6	5,2	5,8	11,6	17,3	23,1	26	62
19,5	37	0,6	1,2	1,9	2,5	3,1	3,7	4,4	5,0	5,6	6,2	12,4	18,7	24,9	28	65
Força (kg)	Valor de base	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	45	Total Máx.

Quadro 1 Ajustamento de dificuldade (continuação)

Força exercida (Kg)	Valor de base quando a força é exercida durante 5% ou menos do ciclo	Incrementos a adicionar ao valor básico em função da percentagem que exceder 5% do ciclo														Total máx. Possível
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	45	
20	37	0,7	1,4	2,1	2,8	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	13,8	20,7	27,6	31	68
20,5	38	0,7	1,5	2,2	2,9	3,7	4,4	5,1	5,9	6,6	7,3	14,7	22,0	29,3	33	71
21	38	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	16,0	24,0	32,0	36	74
21,5	39	0,8	1,7	2,5	3,4	4,2	5,1	5,9	6,8	7,6	8,4	16,9	25,3	33,8	38	77
22	40	0,9	1,8	2,7	3,6	4,4	5,3	6,2	7,1	8,0	8,9	17,8	26,6	35,6	40	80
22,5	40	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,7	6,7	7,6	8,6	9,6	19,1	28,7	38,2	43	83
23	41	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	20,0	30,0	40,0	45	86
23,5	42	1,0	2,1	3,1	4,2	5,2	6,3	7,3	8,4	9,4	10,5	20,9	31,3	41,8	47	89
24	42	1,1	2,2	3,3	4,4	5,6	6,7	7,8	8,9	10,0	11,1	22,2	33,3	44,4	50	92
24,5	43	1,2	2,3	3,5	4,6	5,8	6,9	8,1	9,2	10,4	11,6	23,1	34,7	46,2	52	95
25	43	1,2	2,4	3,7	4,9	6,1	7,3	8,6	9,8	11,0	12,2	24,4	36,7	48,9	55	98
25,5	44	1,3	2,5	3,8	5,1	6,3	7,6	8,9	10,1	11,4	12,7	25,4	38,0	50,7	57	101
26	44	1,3	2,7	4,0	5,3	6,7	8,0	9,3	10,7	12,0	13,3	26,7	40,0	53,3	60	104
26,5	45	1,4	2,8	4,1	5,5	6,9	8,3	9,6	11,0	12,4	13,8	27,6	41,3	55,1	62	107
27	46	1,4	2,8	4,3	5,7	7,1	8,5	10,0	11,4	12,8	14,2	28,4	42,6	56,9	64	110
27,5	46	1,5	3,0	4,5	6,0	7,4	8,9	10,4	11,9	13,4	14,9	29,8	44,6	59,5	67	113
28	47	1,6	3,1	4,7	6,2	7,8	9,3	10,9	12,4	14,0	15,6	31,3	46,6	62,2	70	117
28,5	47	1,6	3,2	4,9	6,5	8,1	9,7	11,4	13,0	14,6	16,2	32,4	48,6	64,9	73	120
29	48	1,7	3,4	5,1	6,8	8,4	10,1	11,8	13,5	15,2	16,9	33,8	50,7	67,6	76	124
29,5	48	1,8	3,5	5,3	7,0	8,8	10,5	12,3	14,1	15,8	17,6	35,1	52,7	70,2	79	127
30	49	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0	10,8	12,6	14,4	16,2	18,0	36,0	54,0	72,0	81	130
30,5	50	1,9	3,7	5,6	7,5	9,3	11,2	13,1	14,9	16,8	18,7	37,4	57,0	74,7	84	134
31	50	1,9	3,9	5,8	7,7	9,7	11,6	13,5	15,5	17,4	19,3	38,7	58,0	77,3	87	137
31,5	51	2,0	4,0	5,9	7,9	9,9	11,9	13,8	15,8	17,8	19,8	39,6	59,4	79,9	89	140
32	51	2,1	4,1	6,2	8,3	10,3	12,4	14,5	16,5	18,6	20,6	41,3	62,0	82,7	93	144
32,5	52	2,1	4,2	6,3	8,4	10,6	12,7	14,8	16,9	19,0	21,1	42,2	63,3	84,5	95	147
33	53	2,2	4,3	6,5	8,6	10,8	12,9	15,1	17,3	19,4	21,6	43,1	64,6	86,2	97	150
33,5	53	2,2	4,5	6,7	9,0	11,2	13,5	15,7	17,9	20,2	22,4	44,8	67,3	89,8	101	154
34	54	2,3	4,6	6,9	9,2	11,4	13,7	16,0	18,3	20,6	22,9	45,7	68,6	91,6	103	157
34,5	54	2,4	4,7	7,1	9,4	11,8	14,1	16,5	18,8	21,2	23,6	47,1	70,6	94,2	106	160
35	55	2,4	4,8	7,3	9,7	12,1	14,5	17,0	19,4	21,8	24,2	48,4	72,6	96,9	109	164
35,5	56	2,5	4,9	7,4	9,9	12,3	14,8	17,3	19,7	22,2	24,6	49,3	74,0	98,7	111	167
36	56	2,5	5,1	7,6	10,1	12,7	15,2	17,7	20,3	22,8	25,3	50,6	76,0	101,3	114	170
36,5	57	2,6	5,2	7,8	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8	23,4	26,0	52,0	78,0	104,0	117	174
37	58	2,6	5,3	7,9	10,6	13,2	15,9	18,5	21,2	23,8	26,4	52,8	79,3	105,8	119	177
37,5	58	2,7	5,4	8,1	10,8	13,6	16,3	19,0	21,7	24,4	27,1	54,2	81,3	108,4	122	180
38	59	2,8	5,6	8,3	11,1	13,9	16,7	19,4	22,2	25,0	27,8	55,5	83,3	111,1	125	184
38,5	59	2,9	5,7	8,6	11,5	14,3	17,2	20,1	22,9	25,8	28,7	57,3	86,0	114,7	129	188
39	60	2,9	5,8	8,7	11,6	14,5	17,5	20,4	23,3	26,2	29,1	58,2	87,3	116,5	131	191
39,5	61	3,0	6,0	8,9	11,9	14,9	17,9	20,8	23,8	26,8	29,8	59,5	89,3	119,1	134	195
40	61	3,0	6,1	9,1	12,2	15,2	18,3	21,3	24,4	27,4	30,4	60,8	91,3	121,8	137	198
Força (kg)	Valor de base	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	45	Total Máx.
		Incrementos a adicionar ao valor básico em função da percentagem que exceder 5% do ciclo														