



Otimização dos Controlos no Processo da Misturação

Isabel Antas Botelho Costa

UMINHO | 2023

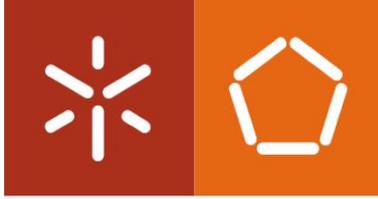


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Isabel Antas Botelho Costa

**Otimização dos Controlos no
Processo da Misturação**

Setembro de 2023



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Isabel Antas Botelho Costa

Otimização dos Controlos no Processo da Misturação

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia e Gestão da Qualidade

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Paulo Alexandre Araújo Sampaio

Setembro de 2023

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.



AGRADECIMENTOS

Quero deixar esta secção da minha dissertação para agradecer e reconhecer a presença de algumas pessoas importantes ao longo do desenvolvimento deste projeto.

Em primeiro lugar, agradecer ao Sr. Eng.º Márcio pela oportunidade que me deu, pelo interesse que demonstrou e pela equipa de Qualidade que construiu. À Ana Sofia Silva por ter sido incansável e amiga em todos os momentos, fazendo-se valer da sua experiência e conhecimento tornando-se uma profissional de mérito. Agradecer também ao Professor Doutor Paulo Alexandre Araújo Sampaio, por me capacitar e potenciar sempre, toda a sua equipa, a ser sempre mais e melhor.

Por fim, agradecer aos meus pais, a possibilidade de nos proporcionarem a educação, a saúde e as boas experiências de vida que temos tido. Aos meus irmãos, primos e amigos da faculdade e fora dela, obrigada por serem refúgio, consolo e apoio.

Por fim, voltar a dizer que sou construtora de um mundo novo e que caminho no amor, espero que a vida me continue a ensinar que acima de trabalho está a verdade, a coerência, o compromisso e a comunidade, no viver em atitude de serviço. As más fases da nossa vida também têm ensinamentos, caminhos e pessoas boas.

Estou muito orgulhosa do projeto que desenvolvi na empresa e por isso, por fim, obrigada à Continental, mais uma vez, sem nunca ser suficiente.

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.

RESUMO

Otimização dos Controlos no Processo da Misturação

Numa economia cada vez mais global, em que os clientes são cada vez mais exigentes, os processos mais rigorosos e os mercados mais competitivos, é imprescindível o papel da gestão da qualidade ao longo de toda a cadeia produtiva. A indústria precisa de assegurar resultados financeiros transparentes, reconhecimento dos recursos humanos das organizações e aumento da produtividade nos seus processos. Em contexto industrial, a Continental é uma referência no seu setor, uma vez que, é um dos principais fornecedores do ramo automóvel a nível Mundial.

Neste cenário, foi desenvolvido um projeto de dissertação cuja área é a Misturação, um dos primeiros estágios do processo de produção de pneus. A metodologia adotada, a Investigação-Ação, permitiu a definição do problema, o planeamento de atividades, a sua execução e a melhoria do mesmo, com vista à otimização dos controlos existentes na produção de composto de borracha.

No âmbito do projeto, pretendeu-se garantir o controlo do processo produtivo, da sua documentação, receção do produto, à sua transformação e rastreabilidade, controlo e expedição. Findo o projeto, conseguiu-se garantir, com recurso a ferramentas da qualidade e metodologias que promovem a otimização de processos, a atualização de procedimentos, a identificação dos principais pontos de erro no processo, a rastreabilidade de matérias-primas e compostos na produção e a garantia de qualidade subsequente, para além da mensuração de um KPI a 9%.

Palavras-chave: Controlo do Processo, Ferramentas da Qualidade, Gestão da Qualidade, Lean, Misturação, Six Sigma.

ABSTRACT

Optimization of Controls in the Mixing Process

In an increasingly global economy, where customers are more demanding, processes more rigorous and markets more competitive, the role of quality management throughout the production chain is indispensable. Industry needs to ensure transparent financial results, recognition of the human resources of organizations and increased productivity in their processes. In an industrial context, Continental is a reference in its sector since it is one of the main suppliers of the automotive industry worldwide.

In this scenario, a dissertation project was developed whose area is Mixing, one of the first stages of the tire production process. The methodology adopted, Action Research, allowed the definition of the problem, the planning of activities, their execution, and their improvement, with a view to optimizing the existing controls in the production of rubber compound.

Within the scope of the project, it was intended to ensure the control of the production process, its documentation, product reception, its transformation and traceability, control, and shipping. At the end of the project, it was possible to ensure, using quality tools and methodologies that promote the optimization of processes, the updating of procedures, the identification of the main points of error in the process, the traceability of raw materials and compounds in production and the subsequent quality assurance, beyond the measurement of KPI at 9%.

Keywords: Lean, Mixing, Process Control, Quality Management, Quality Tools, Six Sigma.

ÍNDICE

Agradecimentos	ii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Índice de figuras	ix
Índice de tabelas	xi
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos	xii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Questão de Investigação objetivos.....	2
1.3 Metodologia de Investigação	3
1.4 Estrutura	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
2.1 Lean	5
2.1.1 Desperdícios do Lean.....	8
2.2 Six Sigma.....	9
2.3 Ciclo PDCA	10
2.4 Ferramentas da Qualidade.....	12
2.4.1 Fluxo do Processo.....	12
2.4.2 Possíveis Não Conformidades	13
2.4.3 Controlo e Instruções de Trabalho	14
2.4.4 Análise de dados.....	15
2.4.5 Ações para Não Conformidades	16
2.4.6 Causas	17
2.5 A Importância da Rastreabilidade e Controlo.....	19
3. A EMPRESA.....	20

3.1	Visão e Missão	20
3.2	Descrição do Processo	21
3.2.1	Receção de Matérias-Primas	22
3.2.2	Departamento I - Misturação	24
3.2.3	Departamento II - Preparação.....	25
3.2.4	Departamento III - Construção.....	26
3.2.5	Departamento IV - Vulcanização	27
3.2.6	Departamento V - Inspeção Final	28
3.2.7	Expedição do Produto Final	29
4.	TRABALHO DESENVOLVIDO	30
4.1	Situação Inicial	30
4.2	Atualização de Procedimentos	31
4.2.1	Plano de Controlo	32
4.2.2	Máquina do Tipo 2	34
4.3	Controlo do Processo	36
4.4	Validação e Rastreabilidade de Matérias-Primas.....	40
4.4.1	Máquina do tipo 1 #M1L.....	41
4.4.2	Segregação do Lote.....	42
4.4.3	Sistema de Validação	43
4.5	Amostragem	50
4.5.1	Procedimento de Amostragem	50
4.5.2	Especificações	52
4.5.3	Especificações da Amostra.....	54
4.6	Paletes Retidas na Misturação.....	55
5.	CONCLUSÃO	60
5.1	Trabalho Futuro	61

Referências Bibliográficas	62
Anexo 1 – Paletização na Máquina do tipo 2	68
Anexo 2 – Processo de Amostragem	70
Anexo 3 – Dados PRI	71
Anexo 4 – 1º Teste no Sistema de Validação	72
Anexo 5 – 2º Teste no Sistema de Validação	75
Anexo 6 – Testes Validação no Sistema de Validação.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - A Casa do TPS, segundo (Valente, 2021), adaptado de (Dossou et al., 2020)).	7
Figura 2 - Ciclo PDCA	10
Figura 3 - FMEA	12
Figura 4 - Ações Preventivas e Corretivas	13
Figura 5 - Fluxograma	14
Figura 6 - Folha de Verificação/ CheckList	15
Figura 7 - Carta de Controlo	15
Figura 8 - A3	16
Figura 9 - Diagrama de Pareto	17
Figura 10 - Diagrama de Ishikawa	18
Figura 11 - Processos do Sistema de Gestão da Qualidade Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A.	21
Figura 12 - Receção de Matérias-Primas em BB	22
Figura 13 - Receção de Matérias-Primas em IBC	22
Figura 14 - Misturador	24
Figura 15 - Preparação 1	25
Figura 16 - Preparação 2	25
Figura 17 - Preparação 3	25
Figura 18 - Construção 1	26
Figura 19 - Construção 2	26
Figura 20 - Vulcanização 1	27
Figura 21 - Vulcanização 2	27
Figura 22 - Inspeção Final 1	28
Figura 23 - Inspeção Final 2	28
Figura 24 - Expedição do Produto Final 1	29
Figura 25 - Expedição de Produto Final 2	29
Figura 26 - Indicação dos valores da característica na receita	33
Figura 27 - Régua da Máquina do tipo 2	34
Figura 28 - Indicação do nº de Amostras	34
Figura 29 - Proposta Máquina do tipo 2	35

Figura 30 - Plano de Controlo dos IP da Misturação, Máquina Tipo 1.....	36
Figura 31 - Plano de Controlo dos IP da Misturação, Pigmentos	37
Figura 32 - Etiqueta de MP	40
Figura 33 - Scan Aprovado.....	41
Figura 34 - Etiqueta Inicial, com 20.400Kg	42
Figura 35 - Etiqueta com 1.200Kg	43
Figura 36 - Coordenação dos Testes de Validação	43
Figura 37 - Ativação das Regras	45
Figura 38 - Warning - Aviso Amarelo referente à Regra nº5	46
Figura 39 - Warning - Aviso Amarelo à Regra nº6.....	47
Figura 40 - Teste no Sistema de Validação 2.1	49
Figura 41 - Amostras - Forma automática.....	51
Figura 42- Amostras - Forma manual	51
Figura 43 - Amostra Não Vulcanizada.....	54
Figura 44 - Amostra Vulcanizada.....	54
Figura 45 - Esquema Paletes Retidas na Misturação.....	56
Figura 46 - Especificações do Indicador	57
Figura 47 - PRI por Máquina do tipo 1.....	57
Figura 48 - Evolução PRI.....	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Controlo de Característica.....	32
Tabela 2 - Estado Atual do Processo	39
Tabela 3 - Regras aplicadas nos testes de validação	44
Tabela 4 - Plano de Testes.....	45
Tabela 5 - Teste no Sistema de Validação 1	47
Tabela 6 - Teste no Sistema de Validação 2	49
Tabela 7 - Cortador/ Furador por Máquinas do tipo 1	52
Tabela 8 - Processo de Amostragem	53

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

Action – Ação

BD – Base de Dados

Big Bag (BB) – Saco Grande

Countdown – Contagem Decrescente

DE – Direção de Engenharia

DEP – Direção de Engenharia Processo

DIP – Direção da Industrialização do Produto

DP 1 – Direção de Engenharia 1

DQ – Direção de Qualidade

F – Produz o composto F

FMEA – Análise dos Modos e Métodos de Falha

g – Unidade de Massa (grama)

Hold – Espera

IA – Investigação-Ação

Camada - Componente interna que oferece resistência e impermeabilidade ao pneu

Inputs - Entradas

Intermediate Bulk Containers – Contentores Intermédios a Granel

IP – Inspetores de Processo

KPI – Indicador-Chave de Performance

Layout – Disposição do espaço

Lock Out Tag Out (LOTO) – Bloquear e Identificar

M – Composto M

M1 – Máquina do tipo 1, produz o composto M1

M2 – Máquina do tipo 2, produz o composto M2

M3 – Máquina do tipo 3, produz o composto M3

MF – Produz o composto MF

MI – Unidade de Volume (Mililitros)

Mm – Unidade de Distância (Milímetros)

MP – Matéria-Prima

MS – Matéria Subsidiária

Outputs - Saídas

R – Composto R

Release Note (RN) – Nota de Saída

Ri – Composto Ri

Shop Floor – Chão de Fábrica/ Área de produção

Sistema de Validação – Sistema de Gestão da Validação na área da Misturação

TLab – Teste laboratorial às propriedades do composto

u.m – Unidade de medida

W – Composto W

Waiting – Tempo de Espera

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação pretende enquadrar de forma teórica e prática um projeto desenvolvido no âmbito da produção de borracha e subcomponentes da indústria automóvel.

Fazendo valer o uso de soluções Lean, Six Sigma e com recurso às ferramentas da qualidade, pretende-se otimizar e melhorar os controlos existentes num determinado sistema produtivo. Será exposta a metodologia de investigação adotada e ao longo do projeto, serão apresentados, com mais descrição, os pontos a abordar e melhorar, tendo sempre em conta a visão, missão e valores da organização.

Por fim, serão apresentados resultados e propostas de melhoria que vão de encontro às exigências dos clientes e da própria organização, fazendo valer os inputs dados pelo autor em comunhão com os ensinamentos da equipa onde foi inserido.

1.1 Enquadramento

O ramo automóvel, em Portugal, constitui uma fatia considerável do tecido empresarial, assumindo-se como um dos principais setores na criação de riqueza, emprego e inovação tecnológica (Dgae, 2022) , o que faz deste, uma referência de gestão, planeamento e controlo a seguir (Gao et al., 2022). A produção de componentes e subcomponentes automóveis tem de acompanhar este crescimento e por esse motivo, tem tido um papel bastante significativo no mercado.

Com o propósito de atender às especificações dos clientes, e às restritas exigências dos mercados, serão aplicadas de ferramentas Lean (Jamwal et al., 2021), garantindo a eficiência do sistema de produção, o controlo do processo e a qualidade do produto ou serviço final (Kamble et al., 2020), tendo sempre em consideração, a satisfação das necessidades e os valores da organização.

A presente dissertação será realizada num estágio específico do processo de produção de pneus. Situada em Lousado, a multinacional, providenciará a experiência e aprendizagem necessárias, procurando o estudo e a melhoria do processo da mistura da borracha. Tendo por base os conhecimentos teóricos previamente adquiridos, e os ensinamentos práticos ainda a aprimorar, pretende-se otimizar os controlos existentes no processo da mistura de forma a torná-lo mais eficiente e ágil. Para além disto, assegurar que o controlo dos pneus é realizado de forma contínua, ao longo de todo o processo de produção, e que a garantia da qualidade deste é tida em consideração desde o primeiro estágio da cadeia produtiva.

Em suma, pretende-se mitigar possíveis ameaças, reduzir os pontos fracos observados, fazer uso dos pontos fortes e transformar oportunidades em vantagem competitiva, garantindo o incremento e consolidação de conhecimentos experimentais e procura por atender às exigências de todos os intervenientes.

1.2 Questão de Investigação objetivos

Pretende-se, transversalmente a todo o desenvolvimento do projeto, que exista uma constante aprendizagem e partilha de conhecimentos técnicos e teóricos que respondam continuamente aos objetivos estabelecidos e ao enriquecimento de ambas as partes. Com a sua elaboração, serão abordados conceitos relevantes às áreas da gestão da qualidade e engenharia industrial que permitirão a obtenção de resultados, partindo da implementação prática de uma abordagem de melhoria contínua, o PDCA.

Numa primeira instância, no que respeita à definição dos objetivos, foi feito, inicialmente, um levantamento das principais práticas seguidas no processo da misturação, de seguida, uma recolha dos principais aspetos a melhorar e por fim, um mapeamento das ações a realizar para cada temática.

Partindo da questão de, como melhorar os controlos de uma etapa de um processo produtivo? Foram realizadas determinadas atividades, como a análise dos controlos existentes na área da misturação, a atualização destes e a tentativa de otimização de determinadas condicionantes, ao longo de todo o fluxo produtivo. Essencialmente, no que concerne ao estágio da receção de MP, e posterior curso até ao controlo final desta. Alguns dos aspetos a ressaltar foram a garantia de conformidade de qualidade ao longo da cadeia produtiva e a resposta às considerações de controlo inicialmente determinadas. Essencialmente, foi abordada a receção e validação do produto, o controlo por amostragem, e quantidade e foi feita a revisão e atualização de procedimentos. Para além do referido, foi possível calcular a partir de um software de visualização de dados, um indicador de desempenho com um objetivo mensurável de 9%, considerando um período de x 's semanas.

Por fim, a apresentação dos resultados será exposta no seguimento de uma metodologia Investigação-Ação, através da qual, é possível, desenvolver um conhecimento prático que, continuamente, responda e atenda aos objetivos delineados (Reason & Bradbury, 2001), para além disso, que vise a implementação, observação, reflexão e em último, mudança na organização (Latorre, 2005).

1.3 Metodologia de Investigação

O desenvolvimento deste projeto assenta na otimização dos controlos do processo de misturação, para isso, é necessário que se siga a uma ideologia baseada na estratégia, na implementação, observação, reflexão e em último, mudança (Latorre, 2005).

Em concordância, optou-se pela Investigação-Ação, através da qual é possível desenvolver um conhecimento prático que continuamente responda e atenda aos objetivos delineados (Reason & Bradbury, 2001). Os mesmos autores, acrescentam que a metodologia IA tem como propósito agregar dois polos distintos, o fazer com o como fazer, entenda-se, a componente teórica e a componente prática, tendo sempre em consideração os participantes envolvidos e procurando soluções que respondam às perguntas inicialmente levantadas. Segundo Coughlan & Coughlan (2002) a IA assenta num conjunto de ciclos iterativos que produzem conhecimento, sendo que estes são baseados no aprofundamento da compreensão, melhoria da prática e por fim, alargamento da teoria, explicam que é todo o conhecimento que deriva da ação, do conhecimento experimental. A partir da implementação segundo o PDCA foi possível desenvolver práticas que gestão, controlo e execução que visam a pesquisa reflexiva e a ação prática com vista à resolução de problemas e melhoria de práticas organizacionais.

Em suma, os resultados esperados da abordagem IA não são apenas as soluções para problemas imediatos, implicam conhecimento a partir dos mesmos, sejam estes resultados esperados ou não esperados. Pretende-se que esta metodologia de investigação contribua para o conhecimento científico e para a teoria, em simultâneo. De um modo geral, a Investigação-Ação difere de outras estratégias de investigação, uma vez que, pretende que o foco do projeto seja na ação, e não sobre esta, assumindo um papel determinante na mudança dentro da organização (Saunders et al., 2007).

1.4 Estrutura

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos. No primeiro capítulo faz-se uma introdução e enquadramento do tema da dissertação e do trabalho desenvolvido, são descritos os objetivos da mesma e a metodologia de investigação seguida.

Num segundo capítulo, “Fundamentação Teórica”, é apresentado conhecimento teórico sobre o tema abordado com vista ao desenvolvimento do posterior trabalho e contextualizado o propósito do mesmo.

De seguida, é apresentada a empresa, as áreas e são descritos os processos de produção até ao produto final, o pneu.

O trabalho desenvolvido surge no quarto capítulo em que é exposta a situação inicial do processo e é feita uma descrição pormenorizada das atividades realizadas com vista à resposta dos objetivos iniciais.

O quinto capítulo apresenta as conclusões do realizado e as propostas de trabalho futuro. Por fim, é listada a bibliografia consultada ao longo do projeto e são expostos em anexo documentos auxiliares.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De forma a estudar e melhor compreender o problema que é apresentado, numa primeira instância, é necessário relacionar alguns temas pertinentes no âmbito do ramo automóvel, da produção industrial, da gestão logística e da engenharia da qualidade. Serão abordadas duas metodologias organizacionais o Lean e o Six Sigma que pretendem potenciar capacidades, formar pessoas e satisfazer stakeholders (Davies et al., 2017). Numa segunda instância, discorrer da combinação prática dos temas enumerados, através da aplicação de ferramentas e estratégias. Pretendendo tomar decisões fundamentadas, mensuráveis e benéficas à resolução de problemas, fazendo valer as atividades realizadas e as ações necessárias à obtenção de resultados.

2.1 Lean

De acordo com S. Schumacher et al. (2021), a produção Lean compreende os objetivos e os princípios específicos que, em conjunto com métodos e ferramentas de gestão, compõem o processo de tomada de decisão e planeamento. Citando Ji (2021), “o principal objetivo da produção Lean é atingir o inventário zero, outro, é eliminar o desperdício, o objetivo a longo prazo é manter o sistema ágil e flexível, e o objetivo final é atingir zero defeitos”.

Por um lado, um sistema de produção Lean é caracterizado por incluir todos os elementos necessários à produção variada dado um custo reduzido, estando estes, no desenvolvimento, produção, cadeia de fornecimento e departamento de distribuição (Langlotz et al., 2020). Para isto, é necessário usar ferramentas Lean (Jamwal et al., 2021), formar colaboradores, estimular a sua participação no processo (Ferreira et al., 2020), promover a partilha de informação e explorar sinergias, sempre, com vista, ao incremento de valor (Hoellthaler et al., 2019). Contudo, esta metodologia implica a estabilidade do mercado e da procura (Vasconcellos et al., 2022), mas principais resultados, os mesmos autores apontam também a redução do nível de inventário, o lead time e o aumento da precisão de vendas. Outro resultado da sua implementação é a eficiência do sistema de produção, o controlo do processo e a qualidade do produto ou serviço final (Kamble et al., 2020).

Decorrente desta metodologia, houve a necessidade de expandir e reforçar a implementação do Lean como uma forma de ser, de estar na organização, que fosse transversal, como um todo (Womack & Jones, 2003). A esta transição do prática do Lean para a visão atenta do processo de produção, que

identifica resíduos e desperdícios, dá-se o nome de Lean Thinking. (Juran et al., 2010) diz que Frederick Taylor, introduziu a padronização da produção, separando o planeamento e a execução, já Henry Ford contribuiu para a produção sem erros, para a sua verificação e para inspeção (Montgomery, Douglas, 2009). Podemos concluir que este pensamento de produção, o Lean Thinking, por Womack & Jones (2003) , é a conceção da produção em que, se produz um único produto usando o mínimo desperdício, esforço e capital. O autor acrescenta que conseguimos identificar cinco princípios característicos:

- A definição do valor do ponto de vista do cliente;
- A identificação da cadeia de valor de todas as ações desenvolvidas e a desenvolver;
- A garantia do fluxo de valor, ou seja, criar etapas que incrementem valor ao processo, eliminando as que não o fazem;
- A implementação da produção pull, onde é o cliente que dita as ordens de produção e o fluxo da mesma;
- A perseguição da perfeição, a particularidade cíclica dos mercados, das atividades e das metodologias, tentando fomentar a melhoria.

Para além desta visão de organização, é necessário ter em conta a sua correspondência com os meios de produção. Em conformidade com Shafeek (2019), "as metodologias de produção Lean são uma série de técnicas que permitem que um produto seja produzido, de cada vez, de acordo com uma taxa formulada, enquanto elimina tempos de espera ou atrasos que não acrescentam valor". Por outras palavras, explica esta matéria do Lean, a produção, permite que um único produto seja produzido apenas uma vez, sem que, para isso, existam encargos com tempos de espera, atrasos ou custos, pelo contrário, incrementando valor ao processo de produção ágil e flexível. Do mesmo modo, permite "identificar as atividades desnecessárias, racionalizando o processo, e criando rotinas normalizadas" (Buer et al., 2018).

Esta filosofia de gestão baseia-se, sobretudo, na minimização de resíduos que existem ao longo dos processos, com o intuito, de os tornar mais competitivos (Pinto et al., 2017).

Abaixo, é possível ver um resumo do TPS (figura 1), ou seja, a Casa do Toyota Production System, que passa por uma representação visual de um modelo com diferentes posições e em que cada uma é um pilar da metodologia descrita acima.

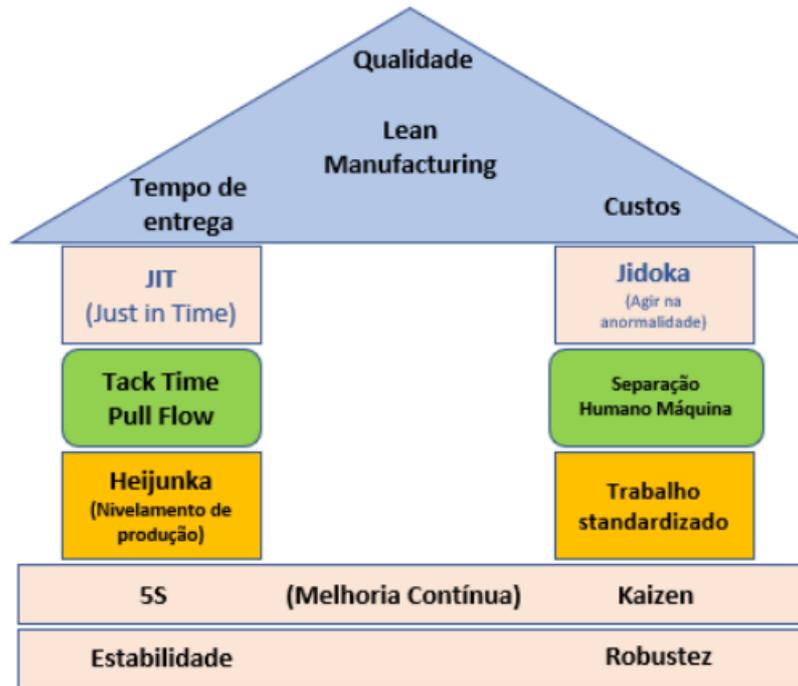


Figura 1 - A Casa do TPS, segundo (Valente, 2021), adaptado de (Dossou et al., 2020).

Em suma, esta descrição do Lean faz uso de ferramentas que visam a melhoria de aspetos operacionais e financeiros nas organizações (Mumani et al., 2021). Ao terem conhecimento do sistema estrutural da casa do TPS as empresas acabam por conseguir compreender e implementá-lo transversalmente, na organização. Resultando, na introdução de melhorias no desempenho da organização e na satisfação do cliente (Cannas et al., 2018), tendo, por isso, uma importância relevante no desenvolvimento da organização e no seu posicionamento competitivo (Bai et al., 2019).

2.1.1 Desperdícios do Lean

A abordagem Lean tem como objetivo a eliminação do desperdício, segundo Bajjou et al. (2017), ou seja, é tudo aquilo que, numa organização, não é capaz de produzir valor para um cliente, seja este, final ou intermediário. Segundo Stadnicka & Antonelli (2019), estes resíduos aparecem em qualquer organização cujo exercício da sua atividade ocorra de forma inadequada, desorganizada. Mofolasayo et al. (2022), ainda acrescenta que as empresas, em termos de eficiência e qualidade atingidas, a partir da redução de resíduos, revelam oportunidades de melhoria.

Segundo Ohno (1988), no sistema de produção Toyota é possível identificar sete tipos de desperdício Lean, Muiambo et al. (2022) esclarece-os:

- Resíduos de sobreprodução - surgem quando se produz mais do que aquilo que é necessário e mais rápido do que a capacidade máxima dos equipamentos e recursos;
- Perda de tempo em mãos (espera) - é todo o tempo de espera pela falta de disponibilidade de recursos ou informação, a que pessoas e equipamentos estão sujeitos;
- Resíduos em transporte - como referido, é todo e qualquer transporte que é feito, entenda-se, deslocação desnecessária, entre dois locais que se reflete num planeamento deficiente, utilização de rotas e layouts que acarretam custos e tempos;
- Desperdício do próprio processamento - inclui toda a produção que é feita desnecessariamente, ou seja, etapas do processo que acabam por não agregar valor ao produto final;
- Desperdício de stock em armazém (inventário) - é o excesso de matérias-primas, materiais em processamento ou produtos acabados no armazém que não resulta em lucro, mas sim, em custos acrescidos;
- Desperdício de movimento - é o movimento desnecessário que maior parte das vezes as pessoas realizam e que não acresce valor à cadeia;
- Desperdício de fabrico de produtos defeituosos - são todos os produtos que não estão conforme as especificações do cliente, podem ter origem nos processos de produção deficientes, falta de controlo, falta de qualificação dos recursos humanos, fornecedores incapazes, entre outros.

Para além disso, atualmente, há autores como Igwe et al. (2022), VENTURA & ÖZKAN ÖZEN (2017) que propõem um novo tipo de desperdício. Citando, Gradim & Teixeira (2022), “para incluir o fator humano, foi introduzido o oitavo desperdício de Lean, definido como desperdício de Talento Não Usado”, que contrapõe com a valorização e razão de ser de cada organização e de cada entidade, as

pessoas. Este desperdício vem mostrar a falta de apreço e reconhecimento que, até então, existia nas organizações perante os recursos humanos que intervinham na atividade da empresa.

Liker (2004) atesta que a Toyota usa pessoas e processos para resolver as adversidades, e só depois complementa com tecnologia. Em suma, com base nestes tipos de desperdícios, é praticável, através de metodologias e ferramentas Lean, (Stadnicka & Antonelli, 2019) identificar possíveis soluções que removam os resíduos consequentes, com vista, à criação de valor (Deshkar et al., 2018). E é neste princípio, nesta base, que se deve focar o Lean, em simplificar os problemas, usar os recursos disponíveis, sem extravagâncias, sem exageros, com peso e medida, mas com o objetivo de se ser eficiente e rigoroso.

2.2 Six Sigma

O Six Sigma, delineado por Bill Smith, em 1979, na Motorola, visa a eliminação de desperdícios, procura melhorar o desempenho organizacional e a redução de defeitos, esta metodologia, envolve o reconhecimento, a medição, a análise e a padronização sistemática de processos (Shahin & Pourbahman, 2010). Faz uso de ferramentas de análise estatística para recolha, análise e tratamento de dados, que se convertem em qualidade ou produtividade (Liker, 2004).

Segundo Shahin & Pourbahman (2010), é uma metodologia que procura a excelência operacional, a partir da eficiência financeira e melhoria de desempenho, pretende harmonizar as ações táticas e estratégicas. Noutra perspetiva, e fazendo ponte ao Lean System, este centra-se na cadeia de valor, no fluxo dos processos e operações, (Liker, 2004), tornando-se inevitável a comunhão das duas metodologias no que toca à qualidade todas nas organizações. Fazendo-se também valer desta mais-valia, o Six Sigma procura a melhoria contínua e o desenvolvimento e crescimento das organizações, ao concorrer de forma pioneira na identificação, clarificação e contexto das adversidades (Ahmad & Soberi, 2018). Em conjunto, visam satisfazer stakeholders e tirar partido de oportunidades e pontos fortes, tendo como principal objetivo o acréscimo de valor.

Em contexto industrial, os objetivos do Six Sigma, em conjunto com uma abordagem Lean, potenciam a adoção de uma Indústria 4.0 (Davies et al., 2017). Para além de tirar partido dos recursos das organizações e dos métodos de gestão e controlo das mesmas, a sua adoção é motivada pela necessidade de melhorar a qualidade em áreas-chave do produto (Arnheiter e Maleyeff, 2005). Esta estratégia operacional pretende auxiliar a produção, melhorar a qualidade e eficiência, focando-se na

prevenção de defeitos, redução de tempos de ciclo e eliminação de custos com o desperdício, proporcionando benefícios significativos às organizações (Távora, 2009).

O que se pretende atingir ao aplicar o Six Sigma é encontrar soluções ótimas nas vertentes do cliente e da produção (Ferryanto, 2007). Quer isto dizer que o Six Sigma é uma metodologia de resolução de problemas (Davies et al., 2017), de uma forma geral, nas organizações, consegue abranger as perspetivas operacionais, financeiras e de inovação (Mumani et al., 2021).

2.3 Ciclo PDCA

Segundo a Norma NP EN ISO 9001 (2015), "o ciclo PDCA permite a uma organização assegurar que todos os seus processos são dotados com recursos adequados e devidamente geridos e que as oportunidades de melhoria são determinadas e implementadas" (NP EN ISO 9001, 2015), a seguinte imagem traduz o referido figura 2:

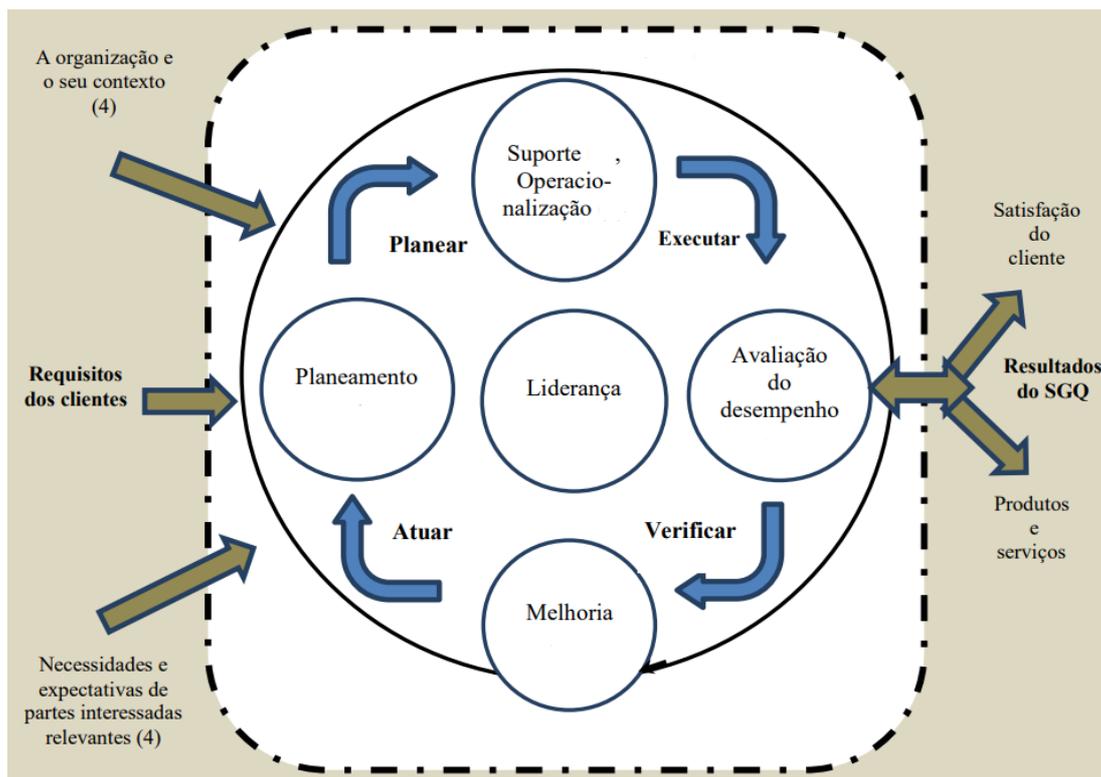


Figura 2 - Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) é uma abordagem de melhoria contínua (A. Schumacher & Sihn, 2020) que, ao ser implementado, num processo, visa a resolução de problemas complexos (Nguyen et al., 2020). O autor (Nguyen et al., 2020), refere que é uma filosofia, que faz a ligação entre o método científico e as práticas organizacionais necessárias, com vista ao alcance dos objetivos.

Segundo Rodrigues et al. (2020) e Yuik & Puvanasvara (2020) o ciclo PDCA segue as seguintes etapas:

- Inicia-se com a fase “Plan”, que identifica o problema de forma clara e sucinta, as necessidades e os requisitos, as áreas a atuar e a equipa responsável;
- Segue-se a fase “Do”, que testa a anterior por via de métodos científicos, forma os colaboradores em Lean, seleciona ferramentas a utilizar, gere a mudança e conduz a uma avaliação do risco;
- Posteriormente, a “Check”, pretende verificar os efeitos das duas fases anteriores, monitorizando o processo ou o produto, recolhendo dados, analisando-os, e por fim, avaliá-los de acordo com os resultados Lean expectados;
- A fase “Act”, a última etapa do ciclo, passa pelo reconhecimento de recompensas, motivação, lições aprendidas, promove a melhoria contínua e avalia o desempenho dos intervenientes no processo, através de KPI´s ou outros indicadores de desempenho.

Sumariamente, a pertinência desta filosofia é examinar todos os fatores do processo e identificar causas, otimizando-o, através da introdução de medidas corretivas e controlo de todo o sistema (Malega et al., 2021).

2.4 Ferramentas da Qualidade

De acordo com a (NP EN ISO 9001, 2015), uma organização deve planejar e implementar ações para tratar os riscos e as oportunidades. O pensamento baseado no risco estabelece uma base de aumento de eficácia ao sistema de gestão, promovendo melhores resultados e prevenindo efeitos negativos (NP EN ISO 9001, 2015).

Daí, e com vista à otimização de processos industriais, serão abordadas ferramentas de gestão da qualidade que visem a identificação de problemas e a análise dos mesmos.

2.4.1 Fluxo do Processo

FMEA's

A análise FMEA é utilizada como meio de assegurar que os modos de falha e causas inerentes foram consideradas nos processos de fabrico e na montagem dos componentes. Esta ferramenta identifica, define e elimina todos os potenciais modos de falha e os seus impactos, baseando-se numa abordagem sistemática e estruturada (Safira et al., 2020). Para além disso, descreve proactivamente o estado do processo e permite mensurar a prioridade de risco do mesmo (Soltanali et al., 2020). Uma característica desta ferramenta é a sua capacidade de calcular o risco associado ao erro observado, ao apontar as possíveis causas, possíveis soluções, responsabilidades, etc. Observemos o seguinte exemplo (figura 3):

FMEA - Matérias Primas																			
Responsável do Processo: XXX			Elaborado por: XXX			Data FMEA (Orig): DD/MM/AAAA		Classificação: R, S, R-O, F-O											
Grupo de Trabalho: XXX						Data FMEA (Rev.): DD/MM/AAAA													
DESCRIÇÃO PROCESSO/ FUNÇÃO	MODO POTENCIAL DA FALHA	EFEITOS POTENCIAIS DA FALHA	LINK D- FMEA	S E V	CARAC T ESP.	CAUSAS POTENCIAIS DA FALHA	O C O	CONTROLOS ATUAIS			Nº PLANO DE AÇÃO	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSÁVEL DATA	CLASSIFICAÇÃO ESPERADA					
								PREVENÇÃO	DETEÇÃO	D E T				N P R	A P	A O C O	D E T	N P R	A P

Figura 3 - FMEA

Como podemos observar, o nível de risco (Número de Prioridade de Risco) é o produto dos fatores de severidade, ocorrência e deteção, que variam entre 1 e 10. Ou seja, um valor alto de NPR indicia um nível de risco alto e uma prioridade acrescida na tomada de decisões relativamente ao dano observado. Para além disto, demonstra a importância na tomada de ações preventivas e corretivas para aquele mesmo ponto observado (Febriana & Hasbullah, 2021). Para além disto, pretende a otimização do processo e o compromisso com a melhoria do mesmo, atacando ineficiências e promovendo a realização de ações preventivas e corretivas, a atribuição de responsabilidades e a identificação de riscos inerentes.

2.4.2 Possíveis Não Conformidades

Ações Preventivas e Corretivas

Em seguimento do suprarreferido, os eventuais riscos identificados necessitam de ser eliminados a fim de, não incorrerem em possíveis não conformidades (NC). Isto é possível através da eliminação de causas de não conformidades atuais (ações corretivas) ou da prevenção de não conformidades potenciais (ações preventivas). Ou seja, são adotadas ações corretivas e preventivas para aquelas não conformidades atuais ou potenciais que tenham impacto na satisfação dos clientes ou que afetam o desempenho de processos e produtos (Azevedo, 2021). A figura 4 pode servir como exemplo de ações preventivas e corretivas:

Gestão de Planos		Administração					
Gestão de Planos e Ações		Outros planos e ações		Gestão		Área Pessoal	
PLANO Nº: AC - 7 - 2011							
Responsável:				Tipo de Plano: Ação Corretiva			
Doc. ID:							
Pedida por:							
Título:							
Origem:							
Não Conformidade Real ou Potencial:							
Causa:							
Duração prevista: 324 dias							
Data limite de conclusão: 2012-04-30							
Ação de plano Nº:1							
Data Inicial: 2011-01-13		Data Prevista: 2012-03-06		Duração prevista: 217 dias		Taxa Ex: 0%	
Precedência: ---		Custo previsto €: ---		Custo real €: 0			
Descrição: Realização do procedimento em 2011.							
Responsável: ----		Custo real €: 0		Taxa Ex: 0%			
Ação de plano Nº:2							
Data Inicial: 2011-01-13		Data Prevista: 2012-04-30		Duração prevista: 323 dias		Taxa Ex: 0%	
Precedência: ---		Custo previsto €: ---		Custo real €: 0			
Descrição: Ir...							
Responsável: ----		Custo real €: 0		Taxa Ex: 0%			

Figura 4 - Ações Preventivas e Corretivas

2.4.3 Controlo e Instruções de Trabalho

Fluxograma

É uma representação gráfica da sequência de um processo, caracterizando as operações, os responsáveis e/ou unidades organizacionais envolvidas no processo. Pretende identificar e mapear os processos chave (Monteiro et al., 2019), exemplo (figura 5):

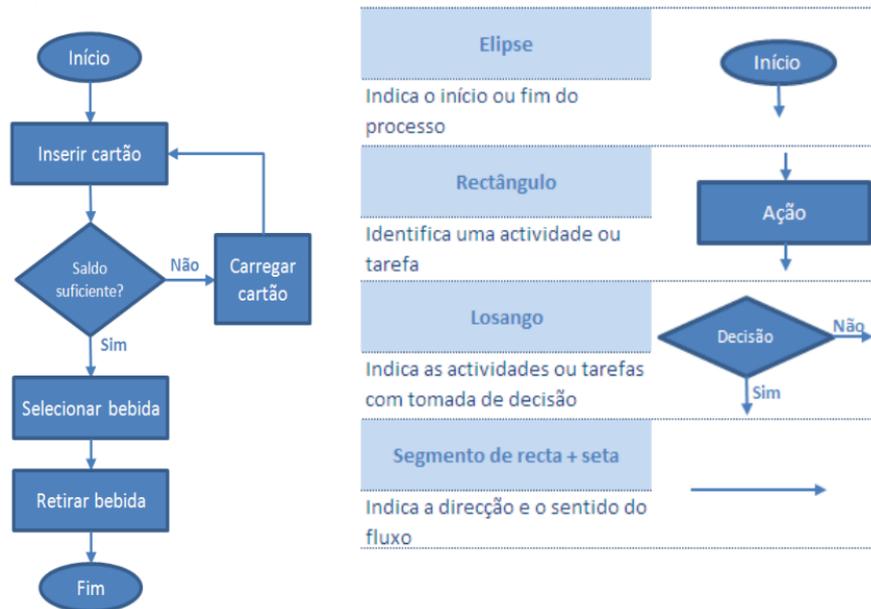


Figura 5 - Fluxograma

Através dos fluxogramas é possível conhecer a sequência das atividades do processo, detetar rapidamente as atividades críticas e ter uma percepção clara e rápida do processo.

CheckList

As folhas de verificação ou CheckList, figura 6, têm como principal objetivo a recolha de dados para posterior análise, referente a quando, número de vezes e os valores obtidos de determinado acontecimento.

Controlo do Parâmetro Y no Equipamento X																					
DP		Detalhes do Equipamento, Local, Data, Responsável																			
Parâmetro	Data																				
		Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Controlo de Y	10																				
	8																				
	6																				
	4																				
Ações Corretivas	2																				

Figura 6 - Folha de Verificação/ CheckList

2.4.4 Análise de dados

Cartas de Controlo

As cartas de controlo são gráficos que monitorizam métricas de processos com o intuito de evidenciar alterações ou variações em relação a um padrão (Sartori, 2022). Verificam se o processo está sob controlo, usando métodos estatísticos para observar as mudanças dentro do processo, sempre que se verificarem causas especiais de variação estas têm de ser eliminadas, figura 7:

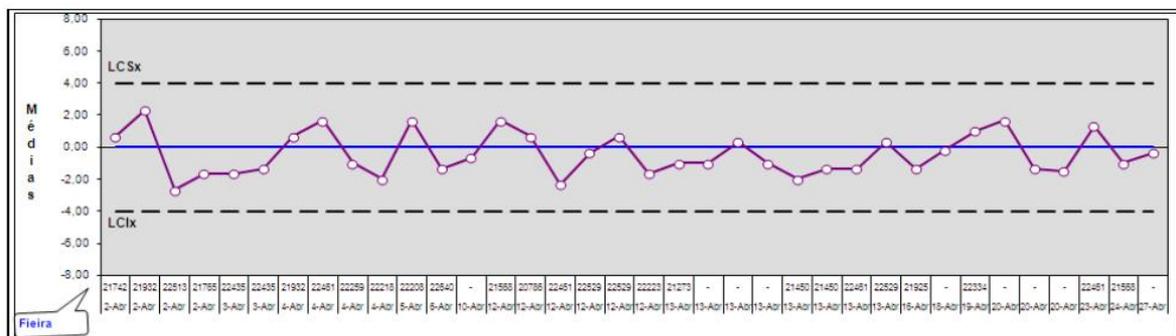


Figura 7 - Carta de Controlo

2.4.6 Causas

Diagrama de Pareto

Esta ferramenta, podemos ver um exemplo na figura 9, pretende identificar, de entre um pequeno grupo de falhas, as que são responsáveis pela ocorrência da maior parte dos problemas. Ou seja, com base nos resultados da análise de dados, é possível recorrer ao diagrama de Pareto para determinar a causa, ou as principais causas do elevado número de não conformidades (Darmawan et al., 2018).

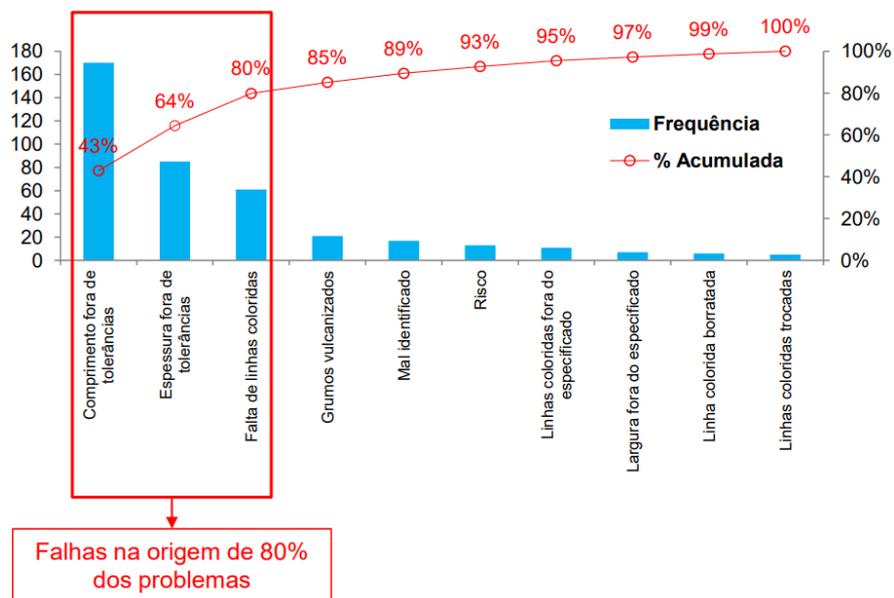


Figura 9 - Diagrama de Pareto

Diagrama de Ishikawa

Tal como o anterior, o Diagrama de Ishikawa (figura 10) é uma ferramenta importante porque identifica problemas ou constrangimentos num sistema ou processo (Ikome et al., 2022). Considerar todas as potenciais causas de um determinado efeito, através de uma visão multidisciplinar, dos diversos fatores envolvidos no processo.

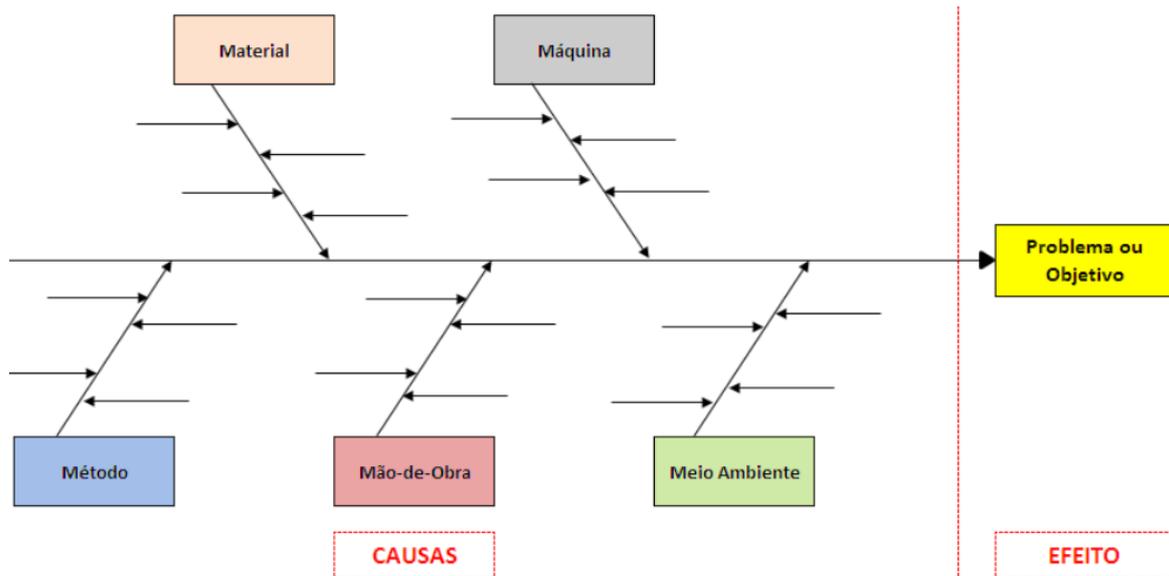


Figura 10 - Diagrama de Ishikawa

Em suma, estes instrumentos retratam acontecimentos do processo industrial, que são necessários registrar, documentar e partilhar com todos os envolvidos, de forma a garantir a comunicação, transparência e responsabilidade dentro da organização. Para além disto, o recurso a ferramentas Lean e Six Sigma promovem a resolução de problemas e a identificação de oportunidades, contribuindo para a competitividade das organizações (Ikome et al., 2022), melhorando a qualidade e a produtividade dos produtos e serviços e providenciando a obtenção de vantagem competitiva (Darmawan et al., 2018).

2.5 A Importância da Rastreabilidade e Controle

A indústria 4.0 requer que ao longo de todo o processo produtivo, estejam presentes determinados pilares de gestão, que fundamentem o propósito de atender às especificações dos stakeholders, que sejam capazes de promover a competição de valor nos mercados atuais e que garantam a eficiência no sistema de produção.

A rastreabilidade, segundo a NP EN ISO 9001 (2015) quando é um requisito da organização, deve proporcionar e garantir a confiabilidade nos resultados, nos equipamentos e métodos. Quer isto dizer, que é necessário o recurso a meios adequados de forma a garantir a identificação, o controle e a rastreabilidade das saídas, produtos e serviços. Para além deste requisito de controle, Vasconcellos et al. (2022) aponta também a monitorização contínua de dados como um ponto de relevância no que toca ao controle dos sistemas produtivos. Segundo, Ignjatović & Majkić-Singh, (2007), um dos pontos da aplicação de métodos estatísticos de controle reside na necessidade de deteção de erros, na consistência dos processos e no controle de gestão ao longo da tomada de decisões perante variações no processo.

Fazendo alusão ao Lean System, ao Six Sigma e ao recurso frequente das ferramentas da qualidade, é imperativo conjugar as capacidades tecnológicas dos equipamentos e a engenharia de operações das três vertentes de gestão. Numa perspetiva de permitir a transição da parte burocrática para a componente industrial, uniram-se os campos para, de uma forma organizada, estável, eficiente, sustentável e autónoma capacitar sistemas e métodos de produção com vista ao maior controle, rastreabilidade e inspeção (Tseng et al., 2021). Carrasco Banha (2019), refere ainda, que como requisitos essenciais da qualidade, estão o registo de desempenho de stakeholders, as avaliações do sistema de gestão da qualidade e os resultados de revisões aos produtos e serviços, fazendo referência à importância da comunhão dos dois campos.

Em suma, a importância da rastreabilidade e controle prendem-se com o acompanhamento do processo em chão de fábrica, com o registo contínuo e sistemático de dados e com a permissão de aumento de eficácia, identificação de problemas e análise dos mesmos. Garantido, deste modo, a importância do acompanhamento, registo e melhoria de processos.

3. A EMPRESA

Fundou-se em 1871 a Continental-Caoutchouc-und Gutta-Percha Compagnie, em Hannover, uma empresa de produção de borracha macia, tecidos com borracha e pneus para carruagens e bicicletas. É em 1904 que apresenta o primeiro pneu automotivo do mundo, com banda de rodagem padronizada e desenho de piso liso, passados quatro anos, inventa o aro destacável para sedãs, que permitiu economizar tempo e esforço ao trocar um pneu. Continuando sempre a ganhar reconhecimento no mercado, produz os primeiros pneus pneumáticos, em 1926 começa-se a utilizar o negro de fumo para dar resistência ao pneu e para colorir a borracha. Passados dois anos funde-se e é criada a Continental Gummi-Werke AG, o sucesso continua e em 1951 colabora com a Daimler-Benz e a Porsche nas pistas de corrida, sendo com os seus pneus que os pilotos Karl Kling, Stirling Moss e Juan Manuel Fangio chegam ao pódio. A produção em massa de pneus radiais dá-se a 1960, e é quando alcança os 26.800 funcionários, vendas na ordem dos 562 milhões de euros e no espaço de 10 anos, consegue expandir as suas instalações para fora da Europa.

Antes de 2000, a Continental, já produz pneus amigos do ambiente, e consegue reforçar a sua posição como produtor de pneus em países como a Argentina, Hungria, México e Brasil, entre outros. No espaço de 20 anos desenvolve tecnologias para automóveis, integra sistemas de redes e computadores e conjuga Inteligência Artificial no desempenho dos seus produtos, de forma a ser pioneira no progresso da condução assistida e autónoma.

3.1 Visão e Missão

Para a empresa, (Continental, 2023), todos os projetos e medidas têm de estar alinhados com a sua Visão e Missão, na medida em que, criem valor e contribuam para um futuro melhor. Faz-se valer da tecnologia que permite aos seus clientes a melhor solução para os desafios que enfrenta e apoia-se no elevado empenho e dedicação de todos os seus colaboradores.

- Visão: “Creating Value for a better tomorrow.”
- Missão: “Our technologies, your solutions. Powered by the passion of our people.”
- Valores: “Confiança, paixão por vencer, liberdade para agir, uns pelos outros.”

3.2 Descrição do Processo

O processo produtivo da Continental está dividido em etapas que são asseguradas por departamentos. O processo de acréscimo de valor é sustentado, a montante, por processos de gestão, dos quais se destaca a Direção de Qualidade, seguido de processos a jusante, de suporte, a Industrialização do produto, planeamento de produção, entre outros.

A Continental, ao basear o seu fluxo no SIPOC representado na abaixo (figura 11) compromete-se com o princípio de satisfação do cliente. Uma vez que, quer os inputs quer os outputs, são necessidades e exigências dos clientes, ou seja, o produto final consegue responder às necessidades do mesmo e para além disso, está inserido num processo de acréscimo de valor.

A melhoria contínua, a satisfação dos clientes internos e externos e a elevada possibilidade de benefício dos acionistas são os resultados expectáveis dos processos da Continental Mabor.

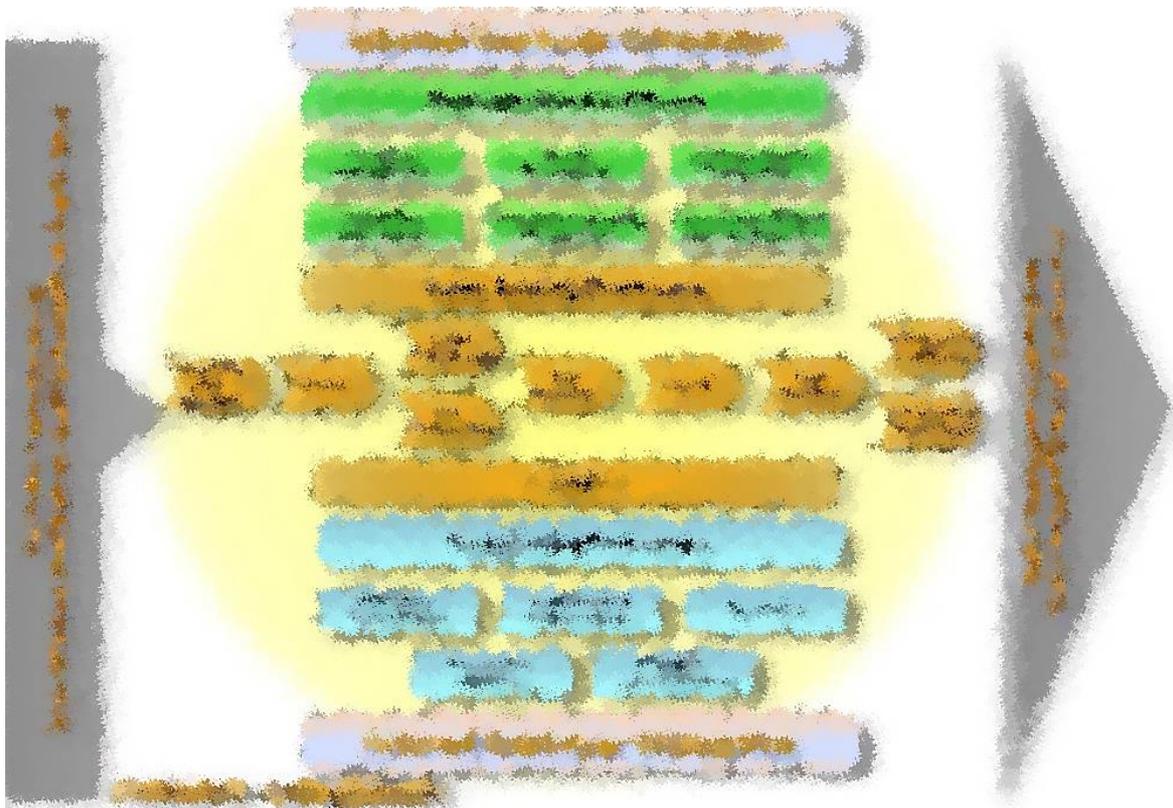


Figura 11 - Processos do Sistema de Gestão da Qualidade Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A.

O Processo de valor acrescentado assenta na construção de pneus e subcomponentes desde a receção de matéria-prima à expedição de pneus para consumidor final e intermediário. São de salientar os seguintes estágios:

3.2.1 Receção de Matérias-Primas

A primeira etapa do processo de receção de matérias-primas é o transporte da portaria até ao armazém de MP. Nessa fase, a documentação de suporte é verificada para garantir que as informações são as corretas. Após a descarga, as MP são inspeccionadas para garantir que os requisitos de qualidade são assegurados, em seguida, é feito o transporte para os seus respetivos locais de armazenamento juntamente com a identificação adequada (figura 12 e 13). À receção é retirada uma amostra para fins de testes de controlo laboratorial, e com base nos resultados, as matérias-primas são aprovadas ou rejeitadas. Para além disso, é feita uma monitorização contínua, que garante a quantidade, validade e condições ambientais necessárias. Finalmente, as matérias-primas aprovadas são entregues para a produção.



Figura 12 - Receção de Matérias-Primas em BB



Figura 13 - Receção de Matérias-Primas em IBC

3.2.2 Departamento I - Misturação

Na produção, o processo inicia-se com a recepção das MP do armazém, seguindo-se do transporte das mesmas até ao buffer e posteriormente, para os misturadores, onde se misturam as MP (borracha natural, borracha sintética, pigmentos, sílica, resinas, entre outras). A sequência passa por, primeiramente, consultar a ordem de produção, verificar através da validação o material previamente recebido pelo transportador, dar início à ordem a produzir e começar as pesagens. Uma vez feitas, a passadeira transporta as MP para dentro do Misturador, figura 14, onde ficam durante um período e de onde resulta, após passarem na extrusora, de uma pasta homogênea e uniforme de cor preta, o composto. No andar de baixo, este passa pelo processo do batch-off, onde é imerso num “banho” que arrefece e seca o composto, para no fim, ser paletizado.

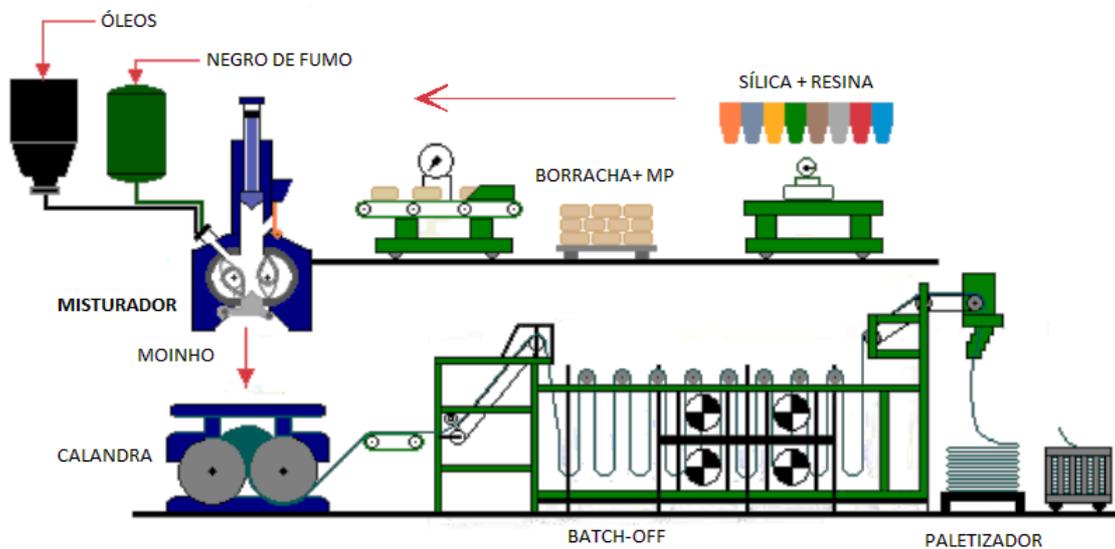


Figura 14 - Misturador

3.2.3 Departamento II - Preparação

O Departamento II está dividido em duas partes, a Preparação a Quente e a Preparação a Frio. É nesta etapa que são produzidos todos os componentes que compõem o pneu: a de Frio produz as cintas têxteis e metálicas, telas têxteis e a camada, a Quente é responsável pela produção do piso, paredes e talão (cunha de talão, núcleo do talão e reforço do talão). Na primeira há a preparação e corte do material e na seguinte são efetivamente produzidos todos os componentes. A validação do material é feita segundo a validação do código de barras da etiqueta que vem da etapa anterior, da misturação.



Figura 15 - Preparação 1



Figura 16 - Preparação 2



Figura 17 - Preparação 3

3.2.4 Departamento III - Construção

No Departamento III dá-se a junção de todos os componentes produzidos na preparação, construindo-se o pneu em verde. Antes de se iniciar o processo faz-se uma verificação dos materiais a utilizar, a sua validade, estado e especificações. Para dar início à construção da carcaça, começa-se pelo posicionamento dos dois talões e de seguida aplica-se a camada. A etapa seguinte é conferir a emenda e o alinhamento da 1ª tela têxtil e o batimento dos talões. Aplicam-se as paredes, camadas externas do pneu, mais uma vez, confere-se o alinhamento das mesmas, faz-se a emenda e está finalizada a carcaça (figura 18). Por fim, no tambor, faz-se o acoplamento da carcaça com o conjunto (cinta metálica, cinta têxtil e piso), formando o pneu em verde (figura 19).



Figura 18 - Construção 1



Figura 19 - Construção 2

3.2.5 Departamento IV - Vulcanização

Após a construção do pneu em verde, segue-se a vulcanização, em que o pneu em verde é colocado numa prensa, onde circula vapor de água a altas pressões e elevadas temperaturas. O molde fecha sobre o pneu em verde e dá-se, a partir da reação do enxofre, e determinado um tempo de ciclo a vulcanização do pneu. Durante o processo é-lhe conferido uma forma e relevo característico, propriedades visuais específicas e gravação que o identificará, posteriormente (figura 20 e 21).

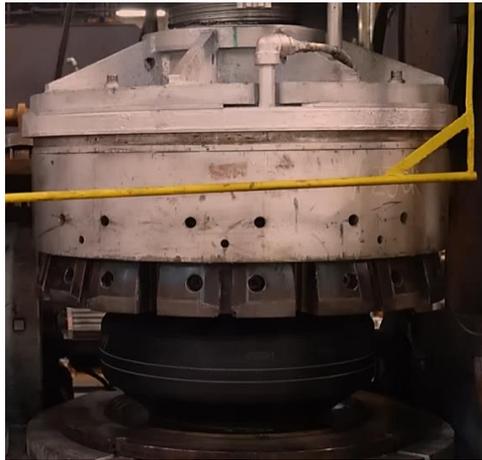


Figura 20 - Vulcanização 1



Figura 21 - Vulcanização 2

3.2.6 Departamento V - Inspeção Final

Já na Inspeção Final, o pneu é inspecionado para se confirmar que são cumpridos todos os requisitos para os quais foi concebido, bem como, todas as normas de qualidade e segurança. Numa primeira fase, é feito um controlo visual e só depois, um controlo a partir de equipamentos, onde se fazem testes de uniformidade, geometria e balanceamento (figura 22 e 23).



Figura 22 - Inspeção Final 1



Figura 23 - Inspeção Final 2

3.2.7 Expedição do Produto Final

Uma vez confirmadas todas as especificações, o produto final é levado para um armazém (figura 24 e 25) para posterior expedição.



Figura 24 - Expedição do Produto Final 1



Figura 25 - Expedição de Produto Final 2

4. TRABALHO DESENVOLVIDO

4.1 Situação Inicial

Neste capítulo será descrita a situação atual do processo de Misturação, dando maior atenção à rastreabilidade da matéria consumida e aos controlos de qualidade ao nível do processo. Uma vez feita a contextualização do problema, pretende-se expor o trabalho realizado, com o propósito de melhorar os procedimentos já existentes.

Um dos principais pontos a abordar na presente dissertação foi a validação ao longo do processo da misturação. A crescente preocupação com a rastreabilidade, mitigação de erros e prevenção de falhas exigem que o controlo a montante, num processo produtivo, seja mais rigoroso. Para além disto, é necessário fundamentar metodologias Lean e Six Sigma que permitam evitar perdas de tempo e custos acrescidos ao longo de toda a cadeia produtiva. Num primeiro ponto, no que toca à validação, quando se inicia a produção de um qualquer composto, toda a matéria-prima precisa de ser validada com sucesso para iniciar o procedimento. Esta etapa contempla duas subetapas, na área da Misturação, os equipamentos podem produzir compostos M1, F1 ou MF3. A diferença de componentes prende-se com o facto de os primeiros não incorporarem o enxofre, agente de vulcanização, os ativadores ou aceleradores. Por sua vez, os compostos F1 são a consequência desta mistura, contudo, esta passagem de M1 para F1 pode ocorrer em apenas um passo (Máquinas do Tipo 3) ou em dois (Máquinas do tipo 1), separadamente. Relativamente aos compostos F1 existem dois aspetos de relevo, o número de paletes retidas na misturação e a condição de testes laboratoriais às propriedades dos materiais a partir da amostragem. Por fim, referente ao controlo de qualidade do processo, este é feito diariamente pelos IP de determinadas direções, devido à crescente necessidade de monitorização e controlo. Os planos de controlo dos operadores de cada área estão numa base de dados a que todos têm acesso, consoante o local de trabalho de cada um, sendo-lhes disponibilizado o plano de controlo correspondente.

Fazendo referência à metodologia de investigação descrita inicialmente, foi necessário estruturar um plano de trabalhos que permitisse implementar, observar e criar reflexão e mudança, a fim de, desenvolver um conhecimento que integre a componente prática e teórica e que responda aos objetivos estabelecidos.

4.2 Atualização de Procedimentos

A atividade da Continental é fundamentada de acordo com um conjunto de documentos que, baseados na política da empresa, no seu sistema de gestão da qualidade e no sistema LOTO, visam estabelecer regras e metodologias para o exercício das suas atividades. Todas as suas práticas de serviços ou produção de bens se baseiam em procedimentos pré-definidos que permitem a aproximação entre as exigências e a satisfação dos clientes.

O mapa de categorias é apresentado como um conjunto de normas sequenciais que se devem seguir, de forma a, promover a obtenção de resultados e a adoção de boas práticas na organização. A primeira posição, a gestão estratégica, desenha o mapa de processos baseado nas quatro principais atividades a realizar na organização, são estas, o armazém, o transporte, a operação e a expedição. De seguida, ao nível tático, de controlo técnico expõe-se, a partir de fluxogramas e das instruções e método de trabalho, a forma como se deve atuar, ou seja, as ações a desenvolver em cada etapa, subprocesso. Para além disto, o controlo técnico pretende alinhar-se com o nível seguinte, o operacional, sob a forma de planos de controlo dos vários processos. Ao nível operacional estão as especificações de trabalho, a forma de agir e prevenir, como se realiza cada tarefa e o modelo de controlo da tarefa realizada, por exemplo, através de formulários, cartas de controlo ou CheckLists.

Um dos objetivos do presente projeto foi fazer a integração da documentação local, da misturação, à documentação da central, com o propósito de assegurar a coesão e a consistência de dados e informação em toda a organização. Para além disto, foi necessário atualizar alguns dos documentos que outrora não foram alterados, para que, todas as informações estivessem alinhadas às exigências normativas e aos padrões de qualidade estabelecidos. Este processo requereu a análise minuciosa de cada documento, identificando quais implicavam atualização ou reformulação total, de modo a providenciar as devidas correções e revisões, visando a manutenção de um sistema documental confiável e eficiente.

Alguns dos documentos que precisaram de revisão foram o plano de controlo da Misturação, tendo por base o plano de controlo da central, e determinadas especificações dos procedimentos referentes à Máquina do tipo 2.

4.2.1 Plano de Controlo

O plano de Controlo da Misturação da Continental contém todos os elementos que são necessários rever com vista ao bom funcionamento do processo. Comparativamente com o plano de controlo da Central, foi possível sugerir a alteração do controlo de determinada característica relacionada com a temperatura das Máquinas do tipo 1 da DQ para a DEP. Ou seja, passar a responsabilidade pela amostra, verificação e avaliação para a DE, conforme consta no Plano de Controlo da Central. Esta passagem implicou fazer um levantamento da característica relacionada com a temperatura das Máquinas do Tipo 1 (tabela 1) e definir, com base em documentos da Central as tolerâncias que estabeleçam limites de ação para a característica da temperatura no processo.

Tabela 1 - Controlo de Característica

Car.	#M1	#M1	#M1	#M1	#M1	#M1H			#M1I	#M1J	#M1K
	B	D	E	F	G	M1H0	M1H1	M1H2			
1			Corpo			Calandra Rolo Inferior	Corpo		Corpo		Extrusora
2			Calandra Rolo Superior			Calandra Rolo Superior	Rotor	Porta de Descarga	Rotor		Barrel / Corpo
3			Calandra Rolo Inferior			Extrusora Sem-Fim	Porta de Descarga	Rotor	Porta de Descarga	Martelo + Porta de Descarga	Calandra Rolo Superior
4			-			Extrusora Corpo	-	-	-		Descarga

Com a ajuda da DE conseguiu-se interpretar os valores da receita e fazer um levantamento dos valores da característica relacionada com a temperatura nas Máquinas do Tipo 1. Consoante os valores observados, foi necessário ter em conta os valores Target especificados na receita de cada série, vistos abaixo (figura 26), em que:

- K1: Corpo;
- K2: Rotor;
- K3: Porta Descarga;
- K4: Martelo (se existir);

Na existência de um T(X^o) /B(X^o), estes referem-se ao Top e Bottom, respetivamente, das Máquinas do tipo 1, especificamente das M1I, M1J, M1K, (ver figura 26).

The image shows a blurred screenshot of a recipe document. Several cells are highlighted with red boxes. One box at the top right contains a value, and a line points from it to a row of four boxes below, each containing a temperature target value (e.g., 'Temp 40'). Below this, there is a table with columns for 'No', 'Temp', 'No', 'Temp', 'No', 'Temp', 'No', 'Temp', 'No', 'Temp', 'No', 'Temp'. The table contains numerical data in these columns.

Figura 26 - Indicação dos valores da característica na receita

Todos as máquinas do tipo 1 têm de estar equipados com sensores de temperatura, de modo a controlar o processo de misturação. Os limites de ação e tolerância a serem aplicados às temperaturas especificadas são:

- Limites de Ação: Aspeto da característica especificada ± 3 u.m;
- Tolerâncias: Aspeto da característica especificada ± 5 u.m.

Deste modo, foi possível elaborar um novo documento, contemplar as alterações sugeridas no plano de controlo e passar aos IP da DE a informação necessária para que exista monitorização de valores e sejam realizadas ações de prevenção e correção.

4.2.2 Máquina do Tipo 2

Um dos pontos a reformular, relativamente a documentos e respetivas especificações foi o plano de controlo da máquina do tipo 2. A máquina do tipo 2 integra, na parte de paletização uma régua com indicação do número de amostras a retirar por cada mesa de composto paletizado, consoante o número de cargas da respetiva mesa. Atualmente encontra-se deste modo (figura 27 e 28):



Figura 27 - Régua da Máquina do tipo 2

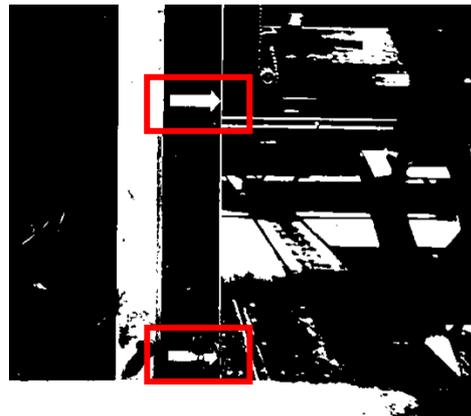


Figura 28 - Indicação do n° de Amostras

Após um levantamento feito do peso das cargas (Anexo 1) e de forma a permitir, segundo o documento da Central, a garantia de $200\text{Kg} \pm 20\text{Kg}$ entre cada amostra por carga foi possível propor a subir da régua de forma a colocá-la ao nível da mesa (passando de 15cm para 23cm a partir do chão) e propondo adquirir uma régua nova devido ao estado danificado desta. A proposta está representada na seguinte figura (figura 29):

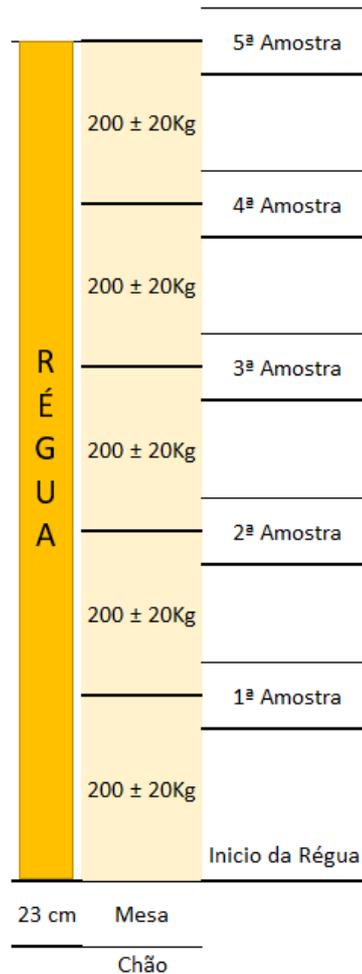


Figura 29 - Proposta Máquina do tipo 2

4.3 Controlo do Processo

Na gestão industrial é imperioso o planeamento, o controlo, a execução e a otimização de processos que visem a qualidade, a conformidade com os requisitos e o cumprimento das especificações. No ramo automóvel, as exigências dos consumidores são cada vez mais valorizadas, os critérios do mercado são mais rigorosos e é essencial que os processos de produção sejam capazes de responder a todas estas obrigações.

Como foi referido anteriormente, a envolvimento do projeto compreendeu a revisão do plano de controlo da Misturação tendo por base o plano de controlo da central. Uma vez analisado o segundo, foi possível identificar a preocupação com a adoção de metodologias preventivas no que concerne a falhas e erros ao longo de todo o processo.

O controlo do processo é feito pelos IP que autenticam os métodos e as especificações na execução de tarefas ao longo de toda a cadeia de fabrico de pneus. Esta gestão envolve o registo de evidências numa BD em SQL, cujos pontos são descritos de acordo com o plano de controlo da área. Contudo, nesta BD apenas são considerados os itens, características ou parâmetros e se estão conformes (OK) ou não conformes (NOK) (figura 30 e 31).



Figura 30 - Plano de Controlo dos IP da Misturação, Máquina Tipo 1



Figura 31 - Plano de Controle dos IP da Misturação, Pigmentos

Dividido por áreas, os planos de controle estão definidos e idealizados de acordo com o dia, semana e mês corrente, sem mais especificação de prioridade. Quando surge algum contratempo ou problema no chão de fábrica, este sobrepõe-se aos PC, passando o mesmo para o turno seguinte. Por sua vez, no relatório diário, atualizado ao fim de cada turno, constam 3 estados: se a tarefa a realizar está finalizada, se não está finalizada ou se necessita de continuação.

Tendo em conta o PC da Central, o local e os FMEA's associados ao processo foi realizado um controle restrito durante um determinado período de tempo, com os seguintes parâmetros:

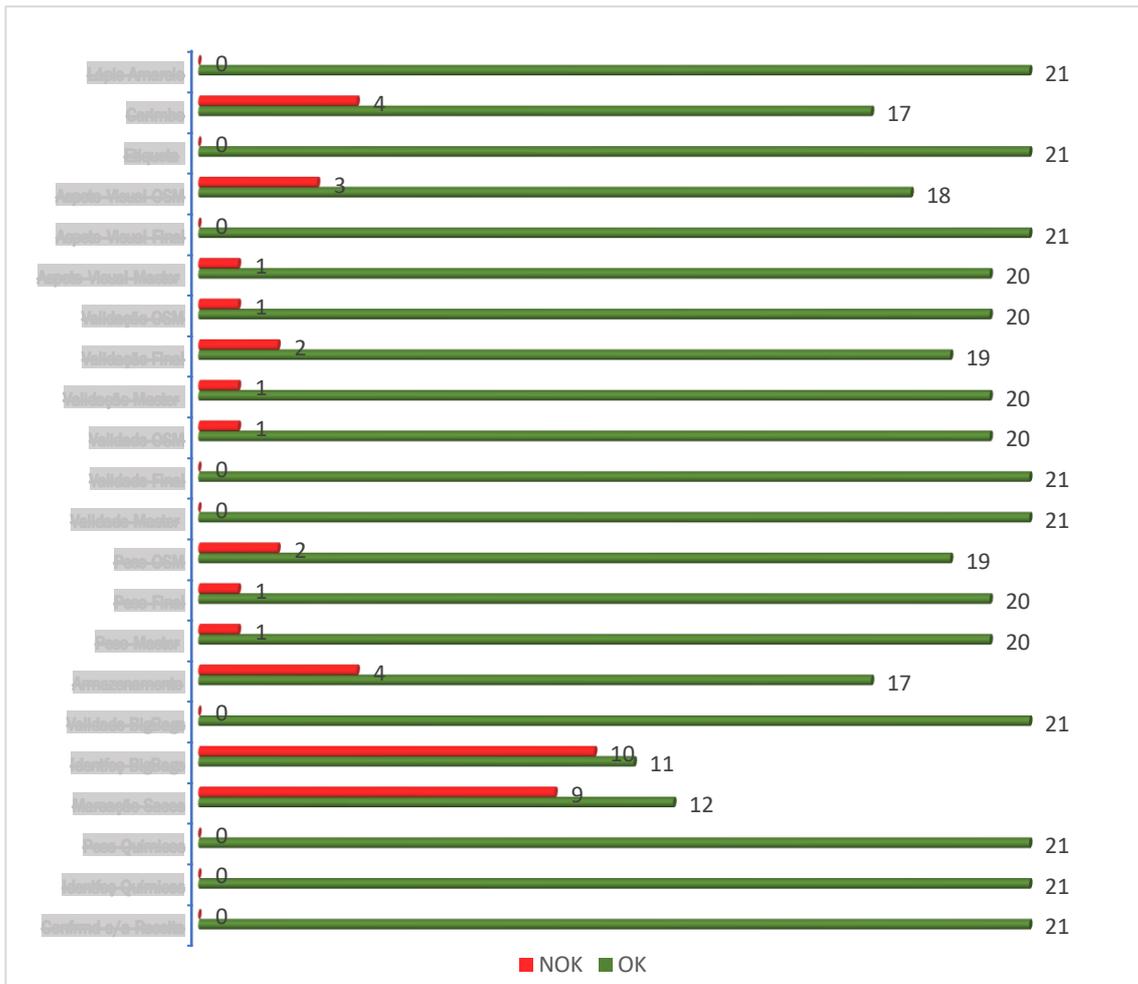
- Data;
- Pigmentos:
 - Balança inspecionada;
 - Conformidade com a receita;
 - Identificação dos químicos a pesar;
 - Peso dos químicos;
 - Marcação nos sacos;
 - Identificação dos BigBag;
 - Validade dos BigBag;
 - Armazenamento Conforme – Piso 2;

- Máquinas Tipo 1 e 3:
 - Composto M1, F1 e MF3 a ser produzido num de entre as máquinas do tipo 1 ou 3;
 - Peso M1, F1 e MF3 de uma das cargas a ser produzida;
 - Validade das MP a serem utilizadas nas cargas M, F e MF;
 - Validação das MP a serem utilizadas nas cargas M, F e MF;
 - Aspeto Visual M, F e M;
 - Presença de: etiqueta, carimbo e marcação com lápis amarelo no composto.

O controlo efetuado envolveu o estudo da situação atual do processo, o planeamento, com base nos aspetos com maior propensão à falha, tendo por base os FMEA's o acompanhamento diário, o registo e análise de dados. Com isto, concluiu-se que determinadas operações teriam uma tendência a não estar "OK" e que o controlo seria insuficiente para apurar resultados conformes no processo (tabela 2).

Após o acompanhamento realizado, foi possível observar que os resultados piores incidem sobre a identificação e acompanhamento, destacando: a marcação dos sacos de pigmentos, a identificação dos BigBag e o carimbo de identificação do composto (M1, F1 e MF3). Em contrapartida, os itens cujos resultados foram mais positivos, são: a conformidade com a receita, a identificação dos químicos quando pesados e o próprio peso. A identificação do composto, com etiqueta e lápis amarelo, são dois dos pontos com melhor resultado. Por sua vez, a marcação com o carimbo, que segundo o documento PXXX-X-XX-X-XX-XX-0000, é também essencial, não apresentou o mesmo desfecho.

Tabela 2 - Estado Atual do Processo



Após o apuramento dos resultados foram continuamente controlados os pontos com resultados piores e interveio-se na medida em que, se propôs o apoio e supervisão rigorosa da engenharia de manutenção aos carimbos, que muitas vezes estavam danificados. Foi também sugerido o reporte por turno por parte dos operadores relativamente à ocorrência de anomalias no processo de enchimento dos sacos de pigmentos, que seria um ponto relevante na sequência de operações.

4.4 Validação e Rastreabilidade de Matérias-Primas

A recepção de matérias-primas pode ser feita em três locais diferentes: Estação de Descarga 1, Estação de Descarga 2 ou diretamente na produção. O modo de descarga varia de acordo com o tipo de matéria-prima que é recebida, ou seja, dependendo se é enchedores, líquidos, ou polímeros, a descarga: cisterna, IBC, Big Bag ou palete, respectivamente, vai determinar o local de destino do material na produção. Quando descarregada, esta é direcionada ou para um silo (diário ou mensal), diretamente para a produção (outros tipos de MP) ou em Big Bag para ser, posteriormente, introduzida na produção em forma de sacos de pigmentos.

A validação é feita visualmente e a partir de uma pistola de rastreabilidade que faz scan da etiqueta da MP (figura 32) e o respetivo local de destino desta, uma vez que está conforme (figura 33), após verificar determinados requisitos, como, por exemplo: tipo de material, nº lote, data de recepção, validade, quantidade recebida e aprovação sob etiqueta verde e aprovação laboratorial, a descarga pode ser iniciada.

CONTROLE DE QUALIDADE	
MATÉRIA-PRIMA:	_____
DATA:	_____
FORNECEDOR:	_____
LOTE FORNECEDOR:	_____
LOTE []:	_____
OBS:	_____
APROVADO	

Figura 32 - Etiqueta de MP

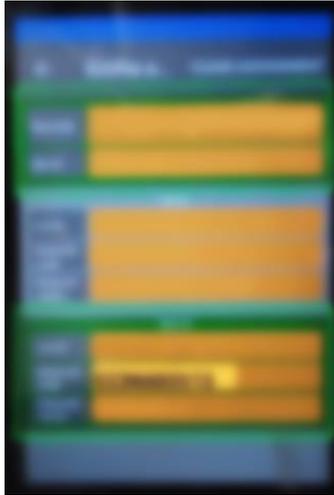


Figura 33 - Scan Aprovado

4.4.1 Máquina do tipo 1 #M1L

Ao longo do projeto foi desenvolvido, no contexto de aumento da capacidade produtiva, um estudo a uma nova máquina do tipo 1, a Máquina do tipo 1 #M1L. Foi exigida a aprovação, por parte da DQ no que toca ao controlo da validação de MP que iria seguir para produção. Este estudo passou pela realização de testes de validação com o intuito de comprovar a conformidade entre as etiquetas validadas e o local de destino da respetiva MP.

Os ensaios de validação foram os seguintes:

- Validar uma etiqueta errada e mover a cruz de carga,
- Validar uma etiqueta certa e mover a cruz de carga certa;
- Validar destino errado e mover cruz de carga;
- Validar uma etiqueta certa e mover a cruz de carga errada;
- Validar um pigmento com etiqueta expirada;
- Validar um qualquer pigmento com etiqueta certa.

Após se verificar o pretendido aprovou-se a validação de MP da nova máquina do tipo 1.

4.4.2 Segregação do Lote

No que toca aos polímeros, o processo de receção da MP, em armazém, é realizado segundo a unidade de peso da palete, em toneladas. Quando dá entrada uma nova palete de MP na produção, esta irá ser validada, aprovada e consumida nas suas condições originais, ou seja, com o peso, em toneladas, que lhe fora atribuído inicialmente.

Num primeiro ponto, esta aprovação de carga, ao ser recebida como um “lote mãe” e visto cumprir as especificações de qualidade e segurança exigidas, após a entrada em produção, está conforme os requisitos da direção. Noutra ponto de vista, significa que, aquando do início de uma nova receita, ou novo consumo, numa primeira instância da produção, esta seja, pelo sistema, totalmente consumida e validada na mesma unidade de descarga, quer isto se verifique ou não.

A Segregação de lotes, que consiste na separação do lote principal em lotes de menores quantidades, consegue colmatar esta dificuldade. Na prática, conseguiu-se emitir novas etiquetas, aquando da receção dos polímeros, que dividem o lote principal em quantidades menores, conforme o pretendido. Permitindo, deste modo, que o que chega à fábrica e o que é efetivamente consumido, num determinado momento, seja controlado de forma mais eficiente e exata, diminua gastos com stocks e potencie a gestão mais capaz de recursos à posteriori. Um exemplo pode ser visto abaixo (figura 34 e 35).

- Designação: Tipo de MP
- Quantidade recebida: 20 400 Kg
 - Divisão em: 17 Paletes de 1 200 Kg cada.

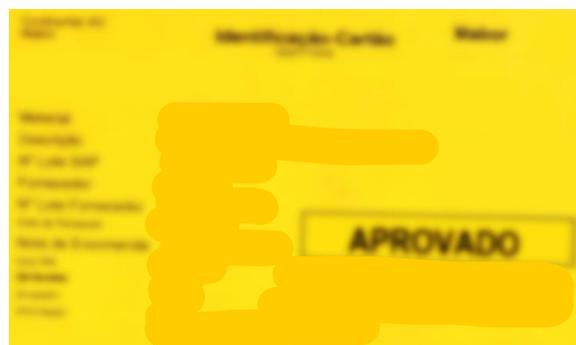


Figura 34 - Etiqueta Inicial, com 20.400Kg

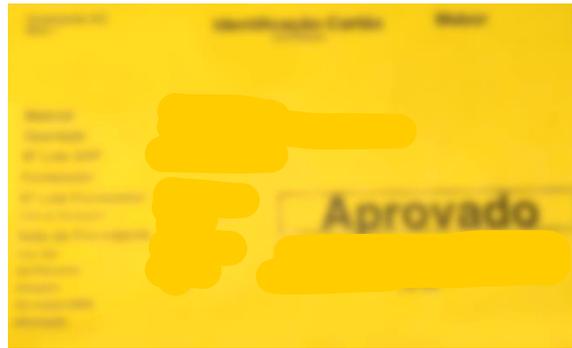


Figura 35 - Etiqueta com 1.200Kg

4.4.3 Sistema de Validação

A empresa rege-se, na Misturação, a partir de um sistema de validação, no qual se pretende gerir e mostrar as informações relativas a todo o processo da Misturação, como ordens de produção, tempos de ciclo, particularidades de receitas e compostos, etc. Esta base de dados aglomera tudo o que entra, é produzido e é expedido da misturação, por isso, é a partir desta que a validação e a rastreabilidade se coordenam.

Um dos propósitos do projeto é o de assegurar o controlo da produção, para isso, e em seguimento da segregação de lote, iniciou-se a supervisão de todos os componentes que são validados e consumidos na produção. Consoante o tipo de MP e MS que entra na produção foi aplicada uma regra, com o propósito de ter em consideração tudo aquilo que é consumido e produzido. Os testes realizados, foram coordenados da seguinte forma (figura 36):



Figura 36 - Coordenação dos Testes de Validação

As regras dos testes a realizar, foram, inicialmente, definidas pela Central, o que injunziu a que os primeiros resultados fossem apenas ilustrativos do comportamento das máquinas do tipo 1 a estas. Numa segunda e posteriores fases, foi possível ter uma opinião mais crítica acerca do sucedido previamente. Alguns aspetos a ter em consideração foram (tabela 3):

Tabela 3 - Regras aplicadas nos testes de validação

Tipo de Regra	Regras Aplicadas	Designação Testada
Condição testada	Regra nº1	Tolerância em Kg para validação do Material
	Regra nº2	Percentagem do Total de Kg do Material para validação
Avisos	Regra nº3	1º Aviso amarelo de validação do Material ("Warning")
	Regra nº4	2º Aviso vermelho de validação do Material ("Action"), implica contagem decrescente
Tipo de Compostos e MP testada	Regra nº5	Mesas de Composto M1 para produção
	Regra nº6	Mesas de Composto W e R para produção
	Regra nº7	Paletes de Pigmentos vindas da pesagem

Tendo em conta estes conceitos, pôs-se, inicialmente, em prática, a regra nº2, ou seja, a percentagem de palete consumida dita a validação necessária. Incluiu-se, também, a integração de cor nos avisos e a contagem decrescente no 2º aviso, impôs um limite temporal para validação do material. Relativamente aos tipos de compostos testados, seriam apenas a regra nº6 e a nº5. Podemos ver abaixo as regras ativadas: (figura 37).

Figura 37 - Ativação das Regras

O plano de testes, descrito na tabela 4, consistiu, primeiramente, em testar duas máquinas do tipo 1, uma de M1 outra de F1, de seguida, perceber a resposta obtida e interpretar. Posteriormente, ir testando todas as máquinas para comprovar a aplicabilidade das regras estabelecidas. Da seguinte forma:

Tabela 4 - Plano de Testes

Mês Analisado X			#M1M	#M1A	#M1D	#M1E	#M1H
Regras	Regra nº3	Regra nº4					
Regra nº6	20%	40%		-		OK	
Regra nº5	20%	40%		NOK		-	
Regra nº7	20%	40%		NOK		-	
Mês Analisado XX							
Regra nº6	20%	40%	NOK				
Regra nº5	20%	40%	NOK				
Regra nº7	-	-	-				
Mês Analisado XXX							
Regra nº6	15%	-	OK	OK	OK		OK
Regra nº5	1%	-	OK	OK	OK		OK
Regra nº7	-	-	-	-	-		-

1º Teste - Máquina do Tipo 1, M1: #M1E, Máquina do Tipo 1 F1: #M1A

Em todas as séries, quando se inicia uma nova receita é obrigatório validar todas as MP e compostos, só assim é iniciada a ordem. Na 5ª carga, em ambas as receitas do #M1A (composto F1 e composto R) a máquina do tipo 1 mostra um 1º aviso amarelo de validação do material referente à regra nº3, que implica a validação. Esta é feita novamente, contudo, o sistema não reconhece a validação e surge o 2º aviso "Action", comprovando a aplicabilidade da regra nº4. Mais uma vez, valida-se a MP pretendida e o sistema volta a não reconhecer a validação feita.

Quando o referido acontece, a máquina do tipo 1 fica em espera, ou seja, deixa de se conseguir pesar. Nesse momento, o peso da carga não é reconhecido na balança e é necessário reiniciar a série. Podemos ver os resultados observados no (Anexo 4).

2º Teste - Máquina do Tipo 1, F1: #M1M

Dados os resultados significativamente negativos do 1º teste, houve necessidade de realizar um segundo teste, já após a segunda revisão de regras. Este, limitou-se a apenas uma máquina do tipo 1 e às especificações do tipo de compostos e MP testada referentes às regras nº5 e nº6, os resultados mais detalhados podem ser vistos no (Anexo 5). Neste teste, continuaram a aparecer os avisos "Warning" (figura 38 e 39) pretendidos, mas a tolerância da carga está em desacordo com as regras, ou seja, após se validar, o desconto do consumido não são os valores estipulados (20% e 40%).

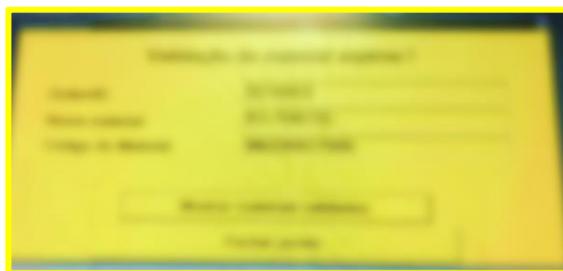


Figura 38 - Warning - Aviso Amarelo referente à Regra nº5

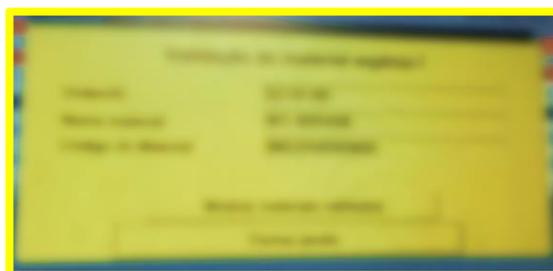


Figura 39 - Warning - Aviso Amarelo à Regra n°6

Uma vez mais, após realizado o teste, os resultados não foram os esperados. Houve necessidade de reunir novamente com a Central e entender o princípio do sistema.

Foi possível perceber que os avisos ocorrem mais tarde do que o pretendido uma vez que, a contabilização dos consumos apenas ocorre quando a carga sai da máquina. Podemos observar o suprarreferido no seguinte exemplo, (tabela 5) e (Anexo 6):

Tabela 5 - Teste no Sistema de Validação 1

		Peso Inicial da Palete	Peso a Consumir	Peso Consumido	Peso Restante	% Consumida
Carga 0	VALIDAÇÃO INICIAL	2387,00	0,00	0,00	2387,00	0,000%
Carga 10	OK!	2387,00	245,50	2455,00	-68,00	102,849%
Carga 11	OK!	2387,00	245,50	2700,50	-313,50	113,134%
Carga 12	OK!	2387,00	245,50	2946,00	-559,00	123,419%
Regra n°3 - 1° AVISO WARNING/ AMARELO: VALIDA-SE ...						
Carga 17	OK!	1142,60	245,50	1227,50	-84,90	107,430%
Carga 18	OK!	1142,60	245,50	1473,00	-330,40	128,917%
Carga 19	OK!	1142,60	245,50	1718,50	-575,90	150,403%
Regra n°3 - 2° AVISO WARNING/ AMARELO: VALIDA-SE ...						
Carga 24	OK!	1143,30	245,50	1227,50	-84,20	107,365%
Carga 25	OK!	1143,30	245,50	1473,00	-329,70	128,838%
Carga 26	OK!	1143,30	245,50	1718,50	-575,20	150,311%
Regra n°3 - 3° AVISO WARNING/ AMARELO: VALIDA-SE ...						

Carga 27	OK!	1231,50	245,50	245,50	986,00	19,935%
Carga 28	OK!	1231,50	245,50	491,00	740,50	39,870%

Perante a Tabela 5 e recorrendo ao Anexo 6 é possível verificar que, primeiramente, o consumo das paletes ocorre por excesso. A tolerância de 20% significa que é consumida uma paleta inteira e a 20% do peso desta, após o seu total consumo, é que o aviso surge. Significa que o primeiro aviso, o "Warning", se dá após 20% do consumo total da paleta validada, contudo, pela tabela acima, de resultados observados, podemos ver que o aviso surge quando este valor é ultrapassado. Após observação e estudo dos resultados, conseguiu-se observar que, por exemplo, quando a carga nº18 é consumida e o tempo de ciclo termina, surge o aviso. Nesse preciso momento está-se a pesar a carga nº21, quer isto dizer, que aquando da descarga da nº18, a nº19 está dentro da máquina, a nº20 está na passadeira e é pesada a carga nº21. É neste momento que termina o tempo de ciclo da carga nº18 e surgem os avisos. Este atraso na confirmação da regra nº3 está de acordo com o estipulado, a particularidade do processo não permite que a percentagem de consumo das paletes seja negativa (abaixo de 0%) logo, o sistema permitirá sempre, consumir parte de uma paleta sem que seja obrigatório validá-la. Para além disto, a dedução dos consumos apenas é feita quando o tempo referente à produção daquela carga é finalizado, fim do tempo de ciclo, o que atrasa a contabilização referente ao nº de cargas.

Após este estudo, e novo esclarecimento da Continental Central, em conjunto com o IT e o DEP, conseguiu-se repetir o teste, para confirmar o suprarreferido. Alterou-se a percentagem de peso das mesas de Composto M1, a regra nº2, para um mínimo de 1%, de forma a diminuir o erro ao menor valor possível e a considerar as regras estabelecidas. Foi possível realizar o teste nas máquinas do tipo 1 já previamente testadas e conferir os resultados esperados.

Conseguimos ver na (tabela 6 e figura 40) que o Sistema de Validação é capaz de dar um alerta ao fim de 1%, na 5ª Carga, sempre considerando o tempo de descarga e a própria máquina do tipo 1. Quando ultrapassa o total da paleta, os 999Kg, no exemplo da tabela, o sistema é capaz de dar um "Warning", um aviso amarelo relativo à validação do material testado.

Ou seja, o que se conseguiu, tendo em consideração as condições já previamente implementadas foi diminuir o erro de intervalo de validação entre as paletes de composto M1. Para além disto, e verificando os resultados dos testes foi possível controlar o sistema tendo em conta as premissas iniciais do Sistema de Validação.

Tabela 6 - Teste no Sistema de Validação 2

	Material Name	Status	Peso Inicial da Pallet	Peso a Consumir	Peso Consumido	Peso Restante	% Consumida
INÍCIO	M1	Consumido	999,0	177,00	0,00	999,00	0,000%
Carga 1	M1	Consumido	999,0	177,00	177,00	822,00	21,533%
Carga 2	M1	Consumido	999,0	177,00	354,00	645,00	43,066%
Carga 3	M1	Consumido	999,0	177,00	531,00	468,00	64,599%
Carga 4	M1	Consumido	999,0	177,00	708,00	291,00	86,131%
Carga 5	M1	Consumido	999,0	177,00	885,00	114,00	107,664%
Carga 6	Regra nº3 - 1º AVISO AMARELO		999,0	177,00	1062,00	-63,00	129,197%
Carga 7	M1	Consumido	999,0	177,00	1239,00	-240,00	150,730%
Carga 8	M1	Consumido	999,0	177,00	1416,00	-417,00	172,263%



Figura 40 - Teste no Sistema de Validação 2.1

Esta rastreabilidade, numa primeira instância do processo produtivo é imprescindível para uma produção onde se dá prioridade ao controlo, à inspeção e à gestão da qualidade.

Em suma, a capacidade produtiva desta primeira etapa de produção ditará a capacidade produtiva das restantes etapas e por essa razão, há necessidade em continuamente, fazer testes, analisar resultados e adotar novas medidas de parametrização e controlo. Os testes realizados providenciaram a melhoria no que respeita ao controlo do processo e conseqüentemente, engradeceram as capacidades do sistema de validação na Misturação.

4.5 Amostragem

O processo de recolha de amostras desempenha um papel fundamental no que toca à recolha de dados e informação sobre um determinado componente ou composto. Ao longo de todo o processo é necessário ter em consideração os requisitos da empresa, as normas do mercado e as especificações do consumidor, tendo em conta a satisfação das necessidades e as exigências de todos os stakeholders e intervenientes na atividade. Por meio de um processo de amostragem, é possível tecer considerações sobre a matéria-prima de origem, o seu estágio do processo produtivo e o seu destino. Para além disto, é possível controlar a qualidade do produto a partir de testes, garantir a sua conformidade com as práticas exigidas e com os padrões pré-definidos.

4.5.1 Procedimento de Amostragem

No que concerne ao procedimento de retirar uma amostra, a produção deverá retirar duas amostras por cada carga produzida, uma para efetuar o ensaio de propriedades, e outra para repetir o mesmo, se necessário. As amostras retiradas, uma no início e outra no final da carga, devem possuir dimensões de acordo com o punsor pneumático instalado e identificadas com numeração sequencial.

Uma das particularidades deste processo é que as amostras podem ser tiradas de forma manual, em determinadas máquinas do tipo 1, ou de forma automática, nestas, as amostras têm de ser retiradas de uma folha de composto, após o Batch-Off. Após o Batch-off a folha de composto está devidamente arrefecida e seca, no acumulador. Até chegar à paletização passa pelo cortador, punsor de amostragem, que irá, segundo uma sequência, retirar uma amostra. Esta vai por um cano acessório à máquina e cai num tapete rolante que divide as amostras por ordem de chegada (figura 41 e 42), possibilitando a ordenação das mesmas conforme o composto inicia a seguinte etapa, a paletização.

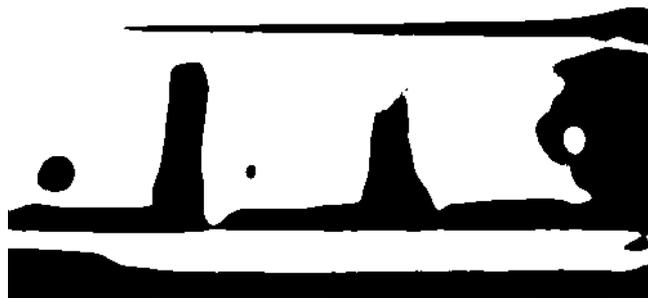


Figura 41 - Amostras - Forma automática

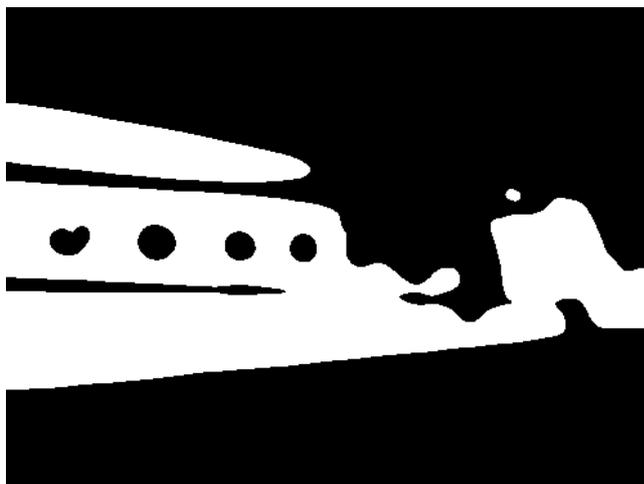


Figura 42- Amostras - Forma manual

Numa segunda fase, a amostra é numerada à mão pelo operador e entregue ao Online que irá fazer testes às características do composto produzido, conforme a numeração ordenada que lhe foi entregue. De acordo com o resultado do teste são tomadas medidas de prevenção e correção segundo o documento de Controlo das Propriedades Características de Compostos F1.

4.5.2 Especificações

A inspeção das amostras é feita a partir de um teste às características da borracha, que passa por uma comparação quantitativa e qualitativa das propriedades do composto. Uma vez que, a inspeção e a garantia da qualidade do produto são um dos principais focos da Continental, definiu-se que a inspeção ocorreria a mais de 120%. Ou seja, que em cada mesa de composto, o número de amostras a testar, por mesa, teria de ser superior ao número de cargas total, na ordem mínima dos 120%. De forma a garantir a utilização das amostras retiradas manualmente e de forma automática, foi feito um levantamento destas condições em cada máquina do tipo 1 (tabela 7).

Tabela 7 - Cortador/ Furador por Máquinas do tipo 1

F1	Funcionamento:		Causa:			Observações
	Em Automático:	Em Manual:	Avaria Mecânica	Impossibilidade por Tipo de Composto	Amostra Fora do Especificado	
#M1M	Sim	Sim*	-	Sim	-	*Quando a mesa é cortada em 4 tiras o Cortador não pode ser usado porque fura a meio da divisão.
#M1A	Sim	-	-	-	-	-
#M1C	Sim	-	-	-	-	-
#M1D	-	Sim	-	-	-	Não tem Cortador
#M1H	-	Sim	-	Sim	-	-
#M1I	-	Sim	Sim	-	Sim	Problema Mecânico com o Furador
#M1J	-	Sim	Sim	Sim	Sim	O Furador não tem Espessura para cumprir com as especificações
#M1K	-	Sim	-	Sim	Sim	O Furador não tem Espessura para cumprir

						com as especificações
--	--	--	--	--	--	-----------------------

Perante o suprarreferido foi preciso garantir que independentemente da forma como as amostras eram retiradas, a garantia de amostragem era assegurada. Para isto, foi feito um estudo em todas as máquinas do tipo 1 relativamente ao número de amostras que seria necessário retirar, tendo em consideração o tipo de composto, o nº total de cargas, o número de amostras por carga e a percentagem que é retirada. Na seguinte tabela (tabela 8 e no Anexo 2) podemos ver com mais detalhe:

Tabela 8 - Processo de Amostragem

M1	Composto	Nº Total de Cargas	Nº Amostras/Carga	Nº Total de Amostras	% que Tira >100%	Número de Amostras para 120%
#M1M	Composto 1	80	2	182	114%	192
#M1A	Composto 2	28	1	36	129%	34
#M1C	Composto 3	80	2	182	114%	192
#M1D	Composto 4	52	1	72	138%	62
#M1H	Composto 5	60	1	72	120%	72
#M1I	Composto 6	60	1	62	103%	72
#M1J	Composto 7	120	1	122	102%	144
#M1K	Composto 8	120	1	139	116%	144

É possível verificar que as máquinas do tipo 1: #M1M, #M1C, #M1I, #MIJ, #MIK não se regem pelo valor base de 120%, nestes compostos. Pelo contrário o número de amostras retiradas nas máquinas do tipo 1 #M1A, #M1D, #M1H, conseguem garantir os 120% de amostragem. Uma vez que a preocupação de garantir a inspeção de qualidade é imperativa, teve de ser reunir com a Central, DEP e DE e foi necessário rever a percentagem de amostragem que é necessária por série, para garantir que a todas as cargas produzidas sai uma amostra para teste laboratorial às propriedades do composto. Para além disso, elaborar um A3 no qual a DE se propõe a analisar os problemas mecânicos que estão a decorrer e a garantir que o cortador é posicionado no local correto possibilitando o corte da folha de composto, através da intervenção da Engenharia e Manutenção ou junto do fornecedor. No que concerne ao mau funcionamento do cortador por tipo de composto, sugere-se a mudança de máquinas do tipo 1 consoante o composto e a alteração de condições: temperatura e/ou tempos de moinho na receita.

4.5.3 Especificações da Amostra

Para qualquer ensaio a realizar, a especificação requer que as amostras tenham a mesma carga, ou densidades aproximadas. De forma a seguir o pretendido, o cortador/fieira deve ter um diâmetro de aproximadamente 26,0 mm, a espessura das amostras deve estar entre os 7,5mm aos 10mm e o peso, deve variar entre as 5,0g e 8,0g. Deste modo, consegue-se garantir ou aproximar o valor de densidade ao pretendido pela especificação, que varia entre 1,0g/ml e 1,2g/ml. Exemplo na figura 43 e 44:

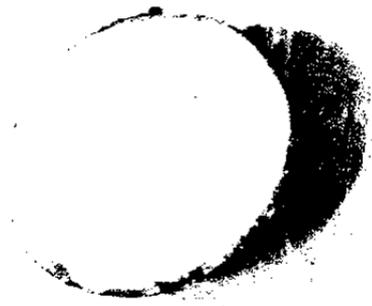


Figura 43 - Amostra Não Vulcanizada



Figura 44 - Amostra Vulcanizada

4.6 Paletes Retidas na Misturação

No presente contexto industrial, a gestão faz-se valer dos indicadores de desenvolvimento para determinar sucessos, oportunidades e pontos fortes das organizações. Os KPI 's têm um papel essencial no que diz respeito às métricas de crescimento e desenvolvimento de determinado mercado, setor ou área e no que concerne ao acompanhamento de determinada característica ou resultado.

Um dos aspetos que foi tido em consideração no âmbito da otimização dos controlos da misturação foi o indicador de paletes retidas no final do processo. Este indicador permitiu medir a eficiência na gestão de paletes, na quantidade de composto produzido e aproveitado e nos tempos de resposta perante determinada retenção. As paletes retidas originam atrasos, custos e problemas de fluxo de materiais que atrasam o processo e o tornam deficiente em termos de melhoria contínua. Por estas razões, foi desenvolvido um Report de controlo deste informativo, que se baseia na contabilização do número de paletes de composto F1 que ficam apreendidas, mediante uma condição, em relação ao número total de paletes de composto F1 que são produzidas na misturação, da seguinte forma:

$$PRI = \frac{\text{Total of pallets with Release Codes } > 004}{\text{Total of pallets}}$$

É necessário ter em atenção que dependendo do destino do composto, existe uma condição que dita se a palete está aprovada ou não para seguir o processo. Ou seja, é preciso considerar a relação entre o número de paletes retidas, num primeiro teste às propriedades características do composto, e o número que é expedido à primeira, mediante o código "001". De seguida, se não ficarem aprovadas para primeira expedição, as paletes ficam retidas considerando-lhes o código "101", que significa espera por novo teste às propriedades. Uma vez feita a segunda análise, esta passa de código "101" para código "004" em caso de aprovação no teste, caso contrário, a palete de composto é retida por condição de código "> 004 ", (figura 45).

Este último aspecto do indicador é o mais preocupante pois potencia o aumento dos tempos do ciclo produtivo, implica espaço em chão de fábrica e acresce custos referentes à não utilização das paletes. Para além disso, os possíveis atrasos na expedição do composto podem deteriorar a sua qualidade, o que, posteriormente, impossibilita o seu consumo. De notar que, a condição é atribuída consoante um teste às propriedades características do composto que atende às especificações e é realizada pelos operadores Online e pelo Laboratório. A libertação da paleta condicionada, por sua vez, é responsabilidade do DIP.



Figura 45 - Esquema Paletes Retidas na Misturação

O Report elaborado em PowerBi tem tudo isto em consideração e está dividido da seguinte forma, (figura 46):

- PRI Principal: onde consta o PRI anual, por mês, por semana e diário;
- PRI: média por dia por equipamento e características dos compostos;

- Plano de Ações: o que decorre para cada caso, podem ser A3, Diagramas de Ishikawa e Pareto e o respetivo plano e ações em aberto para compostos críticos;
- Plano de Ações 004: planos específicos para paletes que necessitam de um segundo teste, mas não ficam retidas mediante condição;
- Detalhe Composto: particularidades e métricas de compostos em específico;
- Material para Workoff: compostos que podem, após condição, serem reutilizados para Workoff, ou seja, para reaproveitamentos noutros F1;
- Máquina do Tipo 1: PRI por máquina do tipo 1 (figura 47).

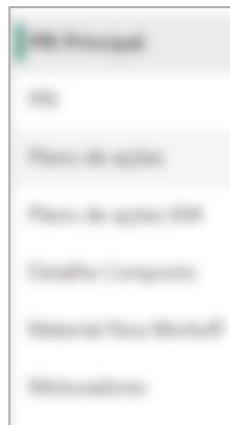


Figura 46 - Especificações do Indicador



Figura 47 - PRI por Máquina do tipo 1

Para além deste acompanhamento, foi necessário criar um objetivo mensurável que evidenciasse a evolução do indicador, baseado no histórico, porém, ambicioso, propondo-se o valor de 9%, “Max of Objetivo” na (figura 47) e (Anexo 3), ver (figura 48).

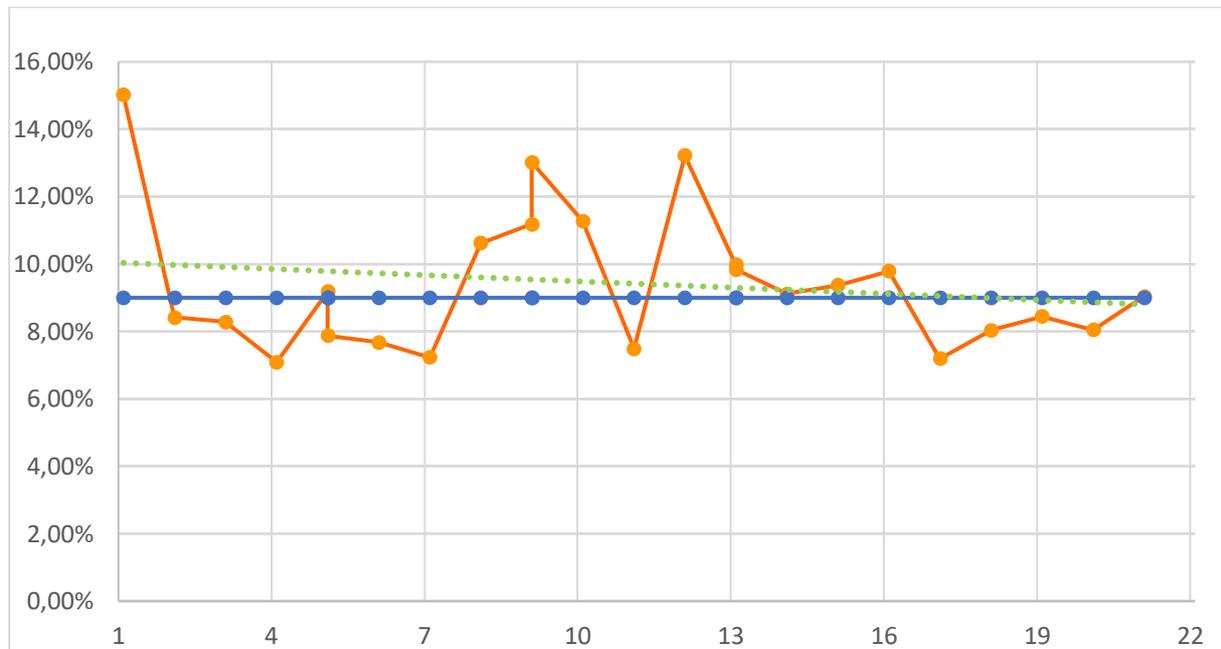


Figura 48 - Evolução PRI

Como se pode observar pelo gráfico acima, com o objetivo traçado de 9% relativo ao indicador de paletes retidas na Misturação, até ao final do ano X, conseguimos constatar o declive decrescente da linha tendência. A semana 1, 9 e 12 são as mais críticas pois apresentam os valores mais altos do indicador. Na primeira semana, aquando da criação do indicador, tiveram de ser revistos alguns pontos e métricas que levaram a recusar ou a aceitar determinadas condições, por essa razão, houve um pico na primeira semana de monitorização. Na semana 9, os testes laboratoriais às propriedades do composto apresentavam desvios, houve uma intervenção da engenharia e IT com vista a corrigir este problema. Por fim, na semana 12, apesar de terem sido retidas algumas paletes, estas foram, após testes do DIP, libertadas para produção. Uma vez já definidos os objetivos e as métricas, é necessário garantir o controlo e a contínua supervisão do processo, para isso, diariamente, foram analisados os 3 principais compostos pelo nº de paletes retidas, as ações a desenvolver e foi dado o feedback das ações

em aberto. Semanalmente, era realizada uma reunião referente à evolução do indicador, uma análise de tendências e um levantamento dos planos de ações.

Ao longo de todo o período de monitorização do KPI, várias ferramentas de qualidade foram utilizadas com o objetivo de acompanhar o desenvolvimento do mesmo. Ao apurar as principais causas de retenção, foi possível adotar medidas preventivas de falhas e identificar os principais pontos de melhoria no fluxo produtivo. Além disto, tornou-se imprescindível a partilha de informação e comunicação entre departamentos e a primazia pelo acréscimo de valor em toda a cadeia.

5. CONCLUSÃO

Neste capítulo serão apresentadas as principais conclusões provenientes do trabalho realizado. Serão ainda feitas algumas propostas de melhoria a fim de serem vistas como trabalho futuro.

Primeiramente, é de realçar que todos os objetivos previamente propostos no que concerne a este projeto foram abordados ao longo do estágio e que foram tomadas ações de prevenção e correção em todas as áreas a atuar. De forma a compreender o processo da Misturação foi essencial acompanhar os operadores e despende tempo em chão de fábrica. A Misturação é uma das áreas menos modernizadas da Continental e onde os costumes estão mais enraizados.

Inicialmente, aquando da apresentação do projeto e a exposição dos objetivos, foi necessário fazer um planeamento de atividades que traduzisse quer a disponibilidade da Continental Central como das equipas que iriam ser envolvidas nos diversos tópicos. O principal tema do projeto foi identificado de acordo com o avanço das ações a tomar, facilmente foi diagnosticada a problemática da rastreabilidade e controlo na produção de borracha. O recurso a ferramentas da qualidade foi essencial para apoiar as ações a desenvolver e as decisões a tomar, uma vez usadas, serviram de referência para expor, explicar e solucionar diversas tomadas de decisão.

Num primeiro momento, foi necessário analisar FMEA's e documentos do processo e fazer um levantamento de todas as atividades realizadas pela Misturação, de forma a identificar os principais pontos a melhorar. Aí, discorrer do plano de controlo dos IP e fazer uma análise dos principais pontos não conformes, com o intuito de melhorar o controlo destes. Foi necessária uma atualização de procedimentos e revisão de especificações que se conseguiram identificar como estando desatualizadas e em discordância com o plano central. Foi elaborado um plano de rastreabilidade de MP e compostos produzidos na misturação, a aprovar um novo equipamento, e a monitorização do número de paletes retidas ao longo do processo. Para além disto, fazer um levantamento dos testes às propriedades características, através da amostragem permitiu ter uma visão macro dos resultados da área. Ou seja, evidenciou-se a necessidade de mensurar e controlar cada máquina do tipo 1 e cada procedimento, com vista ao controlo e supervisão da qualidade do produto final.

Por fim, foi possível responder de forma positiva ao tema do projeto, o processo de Mistura de compostos de borracha numa indústria de produção de pneus foi otimizado, contudo, será necessário identificar e expor trabalho futuro com o objetivo de assegurar a melhoria contínua.

5.1 Trabalho Futuro

Considerando que o principal foco do projeto é a otimização dos controlos da misturação, apontam-se a rastreabilidade, o controlo e a prevenção do erro, como os principais aspetos a melhorar. De seguida são apresentados alguns pontos que visam, precisamente, o trabalho futuro que toca ao plano de controlo da misturação e à melhoria no controlo da qualidade do processo.

No que respeita ao controlo na identificação dos BigBags, esta deveria contemplar um sistema anti erro em que, o manuseamento da cruz de carga apenas funcionaria quando a validação do BigBag fosse aprovada pelo Sistema de Validação. Esta intervenção de prevenção já ocorre em alguns pontos de abastecimento, contudo, poderia ser alargada a todos os outros. Acrescentando, o peso incorreto de composto M1, W, R ou Ri, consegue ser diminuído se se incorporar uma balança automática ou um sensor de peso na guilhotina. Com este mecanismo seria mais fácil garantir a precisão dos cortes nas cargas e a redução de tempos no processo de corte de MP. Por fim, como trabalho futuro fazer um registo numa base de dados SQL, a fim de, descobrir tendências e comportamentos dos resultados dos Planos de Controlo dos IP de todas as direções. Relativamente ao Sistema de Validação, continuar a fazer testes nas máquinas do tipo 1 e introduzir a segregação de lotes de forma a conseguir testar a regra n°7 de paletes de pigmentos e restantes. Esta junção de conceitos potenciaria quer a qualidade da produção quer a gestão de matéria consumida e produzida. No que toca à amostragem, rever os procedimentos, junto da Continental Central, de forma a garantir que a métrica utilizada permite o teste e revisão a todas as cargas, garantindo, deste modo, que a qualidade do produto final continua a ser assegurada.

Para terminar, tomar ações e medidas preventivas que permitam a garantia da qualidade não só na etapa onde se incidem, mas nas seguintes, através de testes, feedback de operadores e acompanhamento do processo, no chão de fábrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo, R. (2021). *Manual Ferramentas Qualidade, Continental AG*.
- Bai, C., Satir, A., & Sarkis, J. (2019). Investing in lean manufacturing practices: an environmental and operational perspective. *International Journal of Production Research*, 57(4), 1037–1051. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1498986>
- Bajjou, M. S., Chafi, A., Ennadi, A., & El Hammoumi, M. (2017). The practical relationships between lean construction tools and sustainable development: A literature review. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 10(4), 170–177. <https://doi.org/10.25103/jestr.104.20>
- Buer, S. V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. S. (2018). The link between industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924–2940. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>
- Cannas, V. G., Pero, M., Pozzi, R., & Rossi, T. (2018). Complexity reduction and kaizen events to balance manual assembly lines: an application in the field. *International Journal of Production Research*, 56(11), 3914–3931. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1427898>
- Carrasco Banha, J. P. (2019). *Referenciais da Qualidade: Rastreabilidade da Informação* [INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA]. <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/10448/1/Dissertação.pdf>
- Continental. (2023). *História Continental - Continental AG*. <https://www.continental.com/en/company/history/milestones/>
- 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>
- Darmawan, H., Hasibuan, S., & Hardi Purba, H. (2018). Application of Kaizen Concept with 8 Steps PDCA to Reduce in Line Defect at Pasting Process: A Case Study in Automotive Battery. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 4(8), 97–107. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2018.32800>
- Davies, R., Coole, T., & Smith, A. (2017). Review of Socio-technical Considerations to Ensure Successful Implementation of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1288–1295. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.256>
- Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., & Korde, V. (2018). Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7668–7677. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.442>

- Dgae. (2022). *Direção-Geral das Atividades Económicas- A indústria automóvel*. Direção-Geral Das Atividades Económicas. <https://www.dgae.gov.pt/servicos1/comercio-internacional-e-relacoes-internacionais/politica-comercial-externa/instrumentos-defesa-comercial-perguntas-frequentes/questao-2.aspx>
- Dossou, P. E., Rafael, P., Cristiane, S., & Joao, C. J. (2020). How to use lean manufacturing for improving a Healthcare logistics performance. *Procedia Manufacturing*, 51, 1657–1664. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.231>
- Febriana, T. H., & Hasbullah, H. (2021). Analysis and defect improvement using FTA, FMEA, and MLR through DMAIC phase: Case study in mixing process tire manufacturing industry. *Journal Europeen Des Systemes Automatises*, 54(5), 721–731. <https://doi.org/10.18280/JESA.540507>
- Ferreira, I. A., Araujo, F. O. de, & Echeveste, M. E. S. (2020). Change management practices to support the implementation of lean production systems: A survey of the scientific literature. *Gestao e Producao*, 27(2), 1–22. <https://doi.org/10.1590/0104-530X4019-20>
- Ferryanto, L. (2007). Design For Six Sigma [Universitas Kristen Petra]. In *Jurusan Teknik Industri* (Vol. 9, Issue 1). <http://www.petra.ac.id/~puslit/journals/dir.php?DepartmentID=IND>
- Gao, N., Wang, F., Quan, C., Santamaria, L., Lopez, G., & Williams, P. T. (2022). Tire pyrolysis char: Processes, properties, upgrading and applications. *Progress in Energy and Combustion Science*, 93(September 2021), 101022. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2022.101022>
- Gradim, B., & Teixeira, L. (2022). Robotic Process Automation as an enabler of Industry 4.0 to eliminate the eighth waste: a study on better usage of human talent. *Procedia Computer Science*, 204(2021), 643–651. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.08.078>
- Hoellthaler, G., Meister, F., Braunreuther, S., & Reinhart, G. (2019). Function framework for describing digital technologies in the context of lean production. *CIRP ICME' 19*, 88, 167–172. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.030>
- Ignjatović, S., & Majkić-Singh, N. (2007). Aplicação do “Seis Sigma” no Controle de Qualidade de Laboratórios de Saúde. *Journal of Medical Biochemistry*, 26(3), 196–200. <https://doi.org/10.2478/v10011-007-0022-8>
- Igwe, C., Hammad, A., & Nasiri, F. (2022). Influence of lean construction wastes on the transformation-flow-value process of construction. *International Journal of Construction Management*, 22(13), 2598–2604. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1812153>
- Ikome, J. M., Laseinde, O. T., & Kanakana Katumba, M. G. (2022). The Future of the Automotive Manufacturing Industry in Developing Nations: A Case Study of its Sustainability Based on South

- Africa's Paradigm. *Procedia Computer Science*, 200, 1165–1173.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.316>
- Jamwal, A., Agrawal, R., Sharma, M., Kumar, A., Luthra, S., & Pongsakornrunsilp, S. (2021). Two decades of research trends and transformations in manufacturing sustainability: a systematic literature review and future research agenda. *Production Engineering*, 16(1), 109–133.
<https://doi.org/10.1007/s11740-021-01081-z>
- Ji, X. (2021). Research on the application of Lean production mode in enterprises. *E3S Web of Conferences*, 253, 5.
- Juran, J. M., Godfrey, a B., Hoogstoel, R. E., & Schilling, E. G. (2010). Juran ' S Quality Handbook. In *Training for Quality* (6th ed., Vol. 1, Issue 3). Mc Graw Hill.
http://knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=623&VerticalID=0
- Kamble, S., Gunasekaran, A., & Dhone, N. C. (2020). Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1319–1337. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1630772>
- Langlotz, P., Siedler, C., & Aurich, J. C. (2020). Unification of lean production and Industry 4.0. *CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*, 99, 6.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.03.003>
- Latorre, A. (2005). La Investigación-Acción, Conocer y Cambiar la Práctica Educativa [Action Research, Knowing and Changing Educational Practice]. In *Grao*.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (McGraw-Hill (ed.)). CWL Publishing Enterprises, Inc.
- Malega, P., Daneshjo, N., Rudy, V., & Drábik, P. (2021). PDCA Cycle - Tool for Improvement of the Business Processes – Case Study. *TEM Journal*, 10(3), 1336–1347.
<https://doi.org/10.18421/TEM103-42>
- Mofolasayo, A., Young, S., Martinez, P., & Ahmad, R. (2022). How to adapt lean practices in SMEs to support Industry 4.0 in manufacturing. *Procedia Computer Science*, 200, 934–943.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.291>
- Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). *Improving the machining process of the metalworking industry using the lean tool SMED*. *Procedia Manufacturing*. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.043>
- Montgomery, Douglas, C. (2009). Introduction to Statistical Quality Control. In I. John Wiley & Sons (Ed.),

- Suparyanto dan Rosad (2015 (6th ed., Vol. 5, Issue 3). Don Fowley.*
- Muiambo, C. C. E., Joao, I. M., & Navas, H. V. G. (2022). Lean waste assessment in a laboratory for training chemical analysts for the pharmaceutical industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(1), 178–202. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2020-0184>
- Mumani, A. A., Magableh, G. M., & Mistarihi, M. Z. (2021). Decision making process in lean assessment and implementation: a review. In *Management Review Quarterly* (Vol. 72, Issue 4). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s11301-021-00222-z>
- Nguyen, V., Nguyen, N., Schumacher, B., & Tran, T. (2020). Practical Application of Plan – Do – Check – Act Cycle for Quality Improvement of Sustainable Packaging: A Case Study. *Applied Sciences*, 10(6332), 1–15. doi:10.3390/app10186332
- NP EN ISO 9001. (2015). NP EN ISO 9001:2015 - Sistemas de Gestão da Qualidade. Requisitos (ISO 9001:2015). *Instituto Português Da Qualidade, 4ª EDIÇÃO*, 40.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production* (2nd ed.). Productivity Press. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Pinto, J. L., Pimentel, C., Azevedo, S., & Matias, J. (2017). Lean production preparatory tools for a successful implementation of just-in-time. In *Industrial Engineering & Management Practices* (p. 24). Industrial Engineering and Management Practices.
- Reason, P., & Bradbury, H. (2001). The Handbook of Action Research - Introduction. In H. Bradbury & P. Reason (Eds.), *Handbook of Action research Participative Inquiry and Practice*. Sage.
- Rodrigues, J., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Jimenez, G., & Santos, G. (2020). A rapid improvement process through “quick-win” lean tools: A case study. *Systems*, 8(4), 1–19. <https://doi.org/10.3390/systems8040055>
- Safira, D., Safitri, F., Kamal, H., Meilani, Sujana, C. M., & Andika, A. (2020). Time acceleration of offshore EPC project using FMEA, FTA, CPM and crashing method at PT XYZ. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 426(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/426/1/012126>
- Sartori, A. (2022). *Guia definitivo da interpretação das cartas de controle*. Blog.Qualityteam. <https://qualyteam.com/pb/blog/interpretacao-cartas-de-controle/>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2007). Research Methods for Business Students. In *Pearson* (4ª). https://www.researchgate.net/publication/330760964_Research_Methods_for_Business_Students_Chapter_4_Understanding_research_philosophy_and_approaches_to_theory_development
- Schumacher, A., & Sihn, W. (2020). Development of a monitoring system for implementation of industrial

- digitalization and automation using 143 Key Performance Indicators. *Procedia CIRP*, 93, 1310–1315. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.012>
- Schumacher, S., Schmid, F. A., Bildstein, A., & Bauernhansl, T. (2021, September). Lean Production Systems 4.0: The Impact of the Digital Transformation on Production System Levels. *Procedia CIRP*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.044>
- Shafeek, H. (2019). Applying Lean Concepts in the Quality Control Systems of Engineering Education - A Case Study. *2019 Industrial and Systems Engineering Conference, ISEC 2019*, 9. <https://doi.org/10.1109/IASEC.2019.8686676>
- Shahin, A., & Pourbahman, R. (2010). Integration of EFQM and Ultimate Six Sigma: A Proposed Model [University of Isfahan]. In *International Business Research* (Vol. 4, Issue 1). <https://doi.org/10.5539/ibr.v4n1p176>
- Silva Filho, O. S., & Calado, R. (2013). Learning supply chain management by pbl with A3 report support. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 6, Issue PART 1). IFAC. <https://doi.org/10.3182/20130911-3-BR-3021.00115>
- Soltanali, H., Rohani, A., Tabasizadeh, M., & Parida, A. (2020). An improved fuzzy inference system-based risk analysis approach with application to automotive production line. *Neural Computing and Applications*, 32(14), 10573–10591. <https://doi.org/10.1007/s00521-019-04593-z>
- Stadnicka, D., & Antonelli, D. (2019). Human-robot collaborative work cell implementation through lean thinking. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 32(6), 580–595. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1599437>
- Távora, K. F. D. (2009). Aplicação da Metodologia Seis Sigma no Processo de Corte de uma Indústria Produtora de capas para Bancos de Automóvel. In *Repositório UP* (Vol. 2, Issue 1). FACULDADE DE ECONOMIA DO PORTO.
- Tseng, M. L., Tran, T. P. T., Ha, H. M., Bui, T. D., & Lim, M. K. (2021). Sustainable industrial and operation engineering trends and challenges Toward Industry 4.0: a data driven analysis. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 38(8), 581–598. <https://doi.org/10.1080/21681015.2021.1950227>
- Valente, J. E. P. (2021). *ANÁLISE E MELHORIA DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS DE UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMÓVEL* [Instituto Superior de Engenharia do Porto]. <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/19551>
- Vasconcellos, L. H. R., Sampaio, M., & Fonseca, H. (2022, June). Pull Production Implementation: An Action Research Study. *Journal of Contemporary Administration*, 25, 1–13.

- VENTURA, K., & ÖZKAN ÖZEN, Y. D. (2017). Exploring the Interaction Between Internal Customer Satisfaction and Talent Waste: A Lean Management Perspective. *Journal of Business Research - Turk*, 3(9), 345–359. <https://doi.org/10.20491/isarder.2017.303>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. In F. Press (Ed.), *Journal of the Operational Research Society* (2nd ed., Vol. 48, Issue 11, pp. 1148–1148). Simon & Schuster, Inc. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Yuik, C. J., & Puvanasvaran, P. (2020). Development of Lean Manufacturing Implementation Framework in Machinery and Equipment SMEs. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(3), 157–169. <https://doi.org/10.24867/IJIEM-2020-3-261>

ANEXO 1 – PALETIZAÇÃO NA MÁQUINA DO TIPO 2

Composto	Tipo de Mesa	Peso da Mesa, Kg	Peso só da carga	Peso Total	Número de Cargas/ Mesa	Divisão do Peso/Nº de Cargas
M2	Grossa	90,00	942,00	1032,00	2	471,00
M2	Fina	72,00	1015,00	1087,00	2	507,50
M2	Fina	72,00	910,00	982,00	3	303,33
M2	Fina	72,00	928,00	1000,00	4	232,00
M2	Fina	72,00	911,00	983,00	4	227,75
M2	Fina	72,00	931,00	1003,00	4	232,75
M2	Fina	72,00	992,00	1064,00	4	248,00
M2	Fina	72,00	963,00	1035,00	4	240,75
M2	Fina	72,00	963,00	1035,00	4	240,75
M2	Fina	72,00	992,00	1064,00	4	248,00
M2	Fina	72,00	911,00	983,00	4	227,75
M2	Fina	72,00	931,00	1003,00	4	232,75
M2	Fina	72,00	1035,00	1107,00	4	258,75
M2	Fina	72,00	1035,00	1107,00	4	258,75
M2	Fina	72,00	1190,00	1262,00	5	238,00
M2	Fina	72,00	742,00	814,00	5	148,40
M2	Grossa	90,00	910,00	1000,00	4	227,50
M2	Fina	72,00	745,00	817,00	5	149,00
M2	Fina	72,00	938,00	1010,00	5	187,60
M2	Fina	72,00	929,00	1001,00	5	185,80
M2	Grossa	90,00	958,00	1048,00	5	191,60
M2	Fina	72,00	954,00	1026,00	5	190,80
M2	Fina	72,00	745,00	817,00	5	149,00
M2	Fina	72,00	929,00	1001,00	5	185,80

M2	Fina	72,00	938,00	1010,00	5	187,60
M2	Grossa	90,00	958,00	1048,00	5	191,60
M2	Fina	72,00	954,00	1026,00	5	190,80
		-				+
		Todos em Mínimo	20	IDEAL	20	Todos em Excesso
1ª Carga		180	180	200	220	220
2ª Carga		360	380	400	420	440
3ª Carga		540	580	600	620	660
4ª Carga		720	780	800	820	880
5ª Carga		900	980	1000	1020	1100

ANEXO 2 – PROCESSO DE AMOSTRAGEM

#M 1	Furador		Classificação Visual da Amostra		Média 3 Espessuras	Nº Total de Cargas	Nº de Cargas/Mesa	Nº Amostras/Carga	Nº Total de Amostras	% que Tira >10 0%	Nº de Amostras Para 100%	Nº de Amostras para 120%
	OK	NO K	OK	NO K								
#M 1M	X	-	X	-	9,35	80	5	2	182	114 %	160	192
#M 1A	X	-	X	-	9,17	28	5	1	36	129 %	28	34
#M 1C	X	-	X	-	10,87	80	5	2	182	114 %	160	192
#M 1D	-	-	-	-	10,43	52	5	1	72	138 %	52	62
#M 1H	-	X	X	-	7,81	60	5	1	72	120 %	60	72
#M 1I	-	X	X	-	8,04	60	4	1	62	103 %	60	72
#M 1J	X	-	X	-	9,41	120	2	1	122	102 %	120	144
#M 1K	X	-	X	-	9,95	120	1	1	139	116 %	120	144

ANEXO 3 – DADOS PRI

Timestamp - Ano	Timestamp - Mês	Week	PRI	Max of objetivo
X	XX	1	15,01%	9,00%
X	XX	2	8,42%	9,00%
X	XX	3	8,28%	9,00%
X	XX	4	7,09%	9,00%
X	XX	5	9,18%	9,00%
X	XXX	5	7,88%	9,00%
X	XXX	6	7,68%	9,00%
X	XXX	7	7,23%	9,00%
X	XXX	8	10,62%	9,00%
X	XXX	9	11,18%	9,00%
X	XXXX	9	13,02%	9,00%
X	XXXX	10	11,28%	9,00%
X	XXXX	11	7,49%	9,00%
X	XXXX	12	13,22%	9,00%
X	XXXX	13	9,98%	9,00%
X	XXXXX	13	9,84%	9,00%
X	XXXXX	14	9,12%	9,00%
X	XXXXX	15	9,37%	9,00%
X	XXXXX	16	9,79%	9,00%
X	XXXXXX	17	7,19%	9,00%
X	XXXXXX	18	8,04%	9,00%
X	XXXXXX	19	8,44%	9,00%
X	XXXXXX	20	8,05%	9,00%
X	XXXXXX	21	9,04%	9,00%
X	Período	21	9,44%	9,00%

ANEXO 4 – 1º TESTE NO SISTEMA DE VALIDAÇÃO

Máquina do tipo 1 #M1A – F1		Máquina do tipo 1 #M1E – M1	
Março		Março	
OK	NOK	OK	NOK
-	Aplicação das Regras nº 2, 4, 5	-	Aplicação das Regras nº 2, 4, 5
	Aplicação das Regras nº 2, 3, 5	-	Aplicação das Regras nº 2, 3, 5
Aplicação da Regra nº 4 com contagem decrescente	-	-	Aplicação da Regra nº 4 com contagem decrescente
Aplicação das Regras nº 2, 4, 6	-	-	Aplicação das Regras nº 2, 4, 6
Aplicação das Regras nº 2, 3, 6	-	-	Aplicação das Regras nº 2, 3, 6
Aplicação das Regras nº 2, 4, 7	-	-	Aplicação das Regras nº 2, 4, 7
Aplicação das Regras nº 2, 3, 7	-	-	Aplicação das Regras nº 2, 3, 7
Composto F1	Composto F1	Composto F1	Composto M1

60 Cargas	60 Cargas	24 Cargas	28 Cargas
<p>1º Aviso: Amarelo – MP XXXXX: à 3ªCarga, "O Mist. Vai parar em 6min" -> Validou a etiqueta dos pigmentos -> 2ºAviso: Vermelho - MP XXXXX: à 5ªCarga. -> Mist. Vai abaixo, Implica nova Validação e chamar de novo a receita. 3º Aviso: Amarelo - R - XXXXX: à 15ªCarga, sem aviso de tempo -> Validou a etiqueta. 4º Aviso: Amarelo - R - XXXXX: à 23ªCarga, sem aviso de tempo -> Validou a etiqueta. Novas 3 mesas de R XXXXX e 1 de XXXXX. 5º Aviso: Amarelo - R - XXXXX: à 30ªCarga, sem aviso de tempo -> Validou a etiqueta. 6º Aviso: Amarelo - XXXXX: à 33ªCarga, sem aviso de tempo -> Validou a etiqueta -> 7º Aviso: Amarelo - XXXXX: à 58ªCarga, sem aviso de tempo -> Validou a etiqueta.</p>	<p>1º Aviso: Amarelo - XXXXX: à 3ªCarga, Com Aviso de tempo – > Validou a etiqueta dos pigmentos -> 2ºAviso: Vermelho - XXXXX: à 5ªCarga, Com Aviso de tempo -> Máq. vai abaixo, implica nova Validação e chamar de novo a receita.</p>	<p>Sem Avisos; Sem Alertas. Com Necessidade de usar Mais 2 mesas de M- XXXXX</p>	<p>Sem Avisos; Sem Alertas. Tudo validado na Balança.</p>

<p>Peso Paletes: R - XXXXX- 1000Kg + 1000Kg; XXXXX -978Kg; XXXXX - 620Kg; XXXXX + XXXXX + XXXXX - 214,500Kg</p>	<p>Peso Paletes: R - XXXXX - 1295,500 Kg; XXXXX - 1000 Kg; XXXXX - 19,908 Kg; XXXXX + XXXXX + XXXXX - 388,26Kg</p>	<p>Peso Paletes: M - XXXXX - 1358Kg + 1170,5Kg</p>	<p>Peso Paletes: XXXXX - 3100Kg; XXXXX - 10779Kg; XXXXX + XXXXX + XXXXXX + XXXXX - 186,48Kg</p>
---	---	---	---

ANEXO 5 – 2º TESTE NO SISTEMA DE VALIDAÇÃO

Validação das Mesas de Composto							
Compostos	Rule	% Warning		% Action	Time	Notes	Results
	Aplicação da Regra nº 5	Aplicação das Regras nº 2, 3 20%		Aplicação das Regras nº 2, 4 40%	Aplicação da Regra nº 4 com contagem decrescente 360s		
Composto M1	7ª Carga	1º	Amarelo - 1718,5Kg	"Validação do Material Expirou! "	-	Não se Validou	-
	8ª Carga	2º	Amarelo	"Validação do Material Expirou! "	-	Não se Validou	-
	9ª Carga	3º	Amarelo - 2455Kg	"Validação do Material Expirou! "	08:33	Não se Validou	-
	13ª Carga	Waiting For Hold				Mixer Stops	-
	15ª Carga					weighting	Start Again
Composto M1	8ª Carga	1º	Amarelo - 1718,5Kg	"Validação do Material Expirou! "	-	Não se Validou	-
	10ª Carga	2º	Amarelo - 2209,5Kg	"Validação do Material Expirou! "	08:33	Valida-se	-
	17ª Carga	3º	Amarelo - 2209,5Kg	"Validação do Material Expirou! "	-	Valida-se	-
	26ª Carga	4º	Amarelo - 2209,5Kg	"Validação do Material Expirou! "	-	Valida-se a mesma Etiqueta	OK!
	35ª Carga	5º	Amarelo - 1718,5Kg	"Validação do Material Expirou! "	-	Valida-se	-

Compostos	Aplicação da Regra n° 6	Aplicação das Regras n° 2, 3 20%		Aplicação das Regras n° 2, 4 40%	Aplicação da Regra n° 4 com contagem decrescente 360s	Notes	Results
Composto R	8ª Carga	1º	Amarelo - 1761Kg	"Validação do Material Expirou! "	-	Valida-se	-
	17ª Carga	2º	Amarelo - 1565Kg	"Validação do Material Expirou! "	-	Valida-se	-
	25ª Carga	3º	Amarelo - 2455Kg	"Validação do Material Expirou! "	-	Valida-se	-
Composto R	30ª Carga	4º	Amarelo - 1435,5Kg	"Validação do Material Expirou! "	-	Valida-se	-

ANEXO 6 – TESTES VALIDAÇÃO NO SISTEMA DE VALIDAÇÃO

	Validação	Material Name	Status	Peso Inicial da Palete	Peso a Consumir	Peso Consumido	Peso Restante	% Consumida
Carga 0	OK!	M1	Consumido	2387,00	0,00	0,00	2387,00	0,000%
Carga 1	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	245,50	2141,50	10,285%
Carga 2	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	491,00	1896,00	20,570%
Carga 3	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	736,50	1650,50	30,855%
Carga 4	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	982,00	1405,00	41,140%
Carga 5	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	1227,50	1159,50	51,424%
Carga 6	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	1473,00	914,00	61,709%
Carga 7	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	1718,50	668,50	71,994%
Carga 8	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	1964,00	423,00	82,279%
Carga 9	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	2209,50	177,50	92,564%
Carga 10	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	2455,00	-68,00	102,849%
Carga 11	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	2700,50	-313,50	113,134%
Carga 12	OK!	M1	Consumido	2387,00	245,50	2946,00	-559,00	123,419%
Regra nº3 - 1º AVISO AMARELO: VALIDA-SE								
Carga 13	OK!	M1	Consumido	1142,60	245,50	245,50	897,10	21,486%
Carga 14	OK!	M1	Consumido	1142,60	245,50	491,00	651,60	42,972%

Carga 15	OK!	M1	Consumido	1142,60	245,50	736,50	406,10	64,458%
Carga 16	OK!	M1	Consumido	1142,60	245,50	982,00	160,60	85,944%
Carga 17	OK!	M1	Consumido	1142,60	245,50	1227,50	-84,90	107,430%
Carga 18	OK!	M1	Consumido	1142,60	245,50	1473,00	-330,40	128,917%
Carga 19	OK!	M1	Consumido	1142,60	245,50	1718,50	-575,90	150,403%
Regra nº3 - 2º AVISO AMARELO: VALIDA-SE								
Carga 20	OK!	M1	Consumido	1143,30	245,50	245,50	897,80	21,473%
Carga 21	OK!	M1	Consumido	1143,30	245,50	491,00	652,30	42,946%
Carga 22	OK!	M1	Consumido	1143,30	245,50	736,50	406,80	64,419%
Carga 23	OK!	M1	Consumido	1143,30	245,50	982,00	161,30	85,892%
Carga 24	OK!	M1	Consumido	1143,30	245,50	1227,50	-84,20	107,365%
Carga 25	OK!	M1	Consumido	1143,30	245,50	1473,00	-329,70	128,838%
Carga 26	OK!	M1	Consumido	1143,30	245,50	1718,50	-575,20	150,311%
Regra nº3 - 3º AVISO AMARELO: VALIDA-SE								
Carga 27	OK!	M1	Consumido	1231,50	245,50	245,50	986,00	19,935%
Carga 28	OK!	M1	Consumido	1231,50	245,50	491,00	740,50	39,870%
Carga 29	OK!	M1	Consumido	1231,50	245,50	736,50	495,00	59,805%
Carga 30	OK!	M1	Consumido	1231,50	245,50	982,00	249,50	79,740%
Carga 31	OK!	M1	Consumido	1231,50	245,50	1227,50	4,00	99,675%
Carga 32	OK!	M1	Consumido	1231,50	245,50	1473,00	-241,50	119,610%

Carga 33	OK!	M1	Consumido	1231,50	245,50	1718,50	-487,00	139,545%
Carga 34	OK!	M1	Consumido	1231,50	245,50	1964,00	-732,50	159,480%
Regra nº3 - 4º AVISO AMARELO: VALIDA-SE								
Carga 35	OK!	M1	Consumido	1219,30	245,50	245,50	973,80	20,135%
Carga 36	OK!	M1	Consumido	1219,30	245,50	491,00	728,30	40,269%
Carga 37	OK!	M1	Consumido	1219,30	245,50	736,50	482,80	60,404%
Carga 38	OK!	M1	Consumido	1219,30	245,50	982,00	237,30	80,538%
Carga 39	OK!	M1	Consumido	1219,30	245,50	1227,50	-8,20	100,673%
Carga 40	OK!	M1	Consumido	1219,30	245,50	1473,00	-253,70	120,807%
Carga 41	OK!	M1	Consumido	1219,30	245,50	1718,50	-499,20	140,942%
Carga 42	OK!	M1	Consumido	1219,30	245,50	1964,00	-744,70	161,076%
Regra nº3 - 5º AVISO AMARELO: VALIDA-SE								
Carga 43	OK!	M1	Consumido	1219,20	245,50	245,50	973,70	20,136%
Carga 44	OK!	M1	Consumido	1219,20	245,50	491,00	728,20	40,272%
Carga 45	OK!	M1	Consumido	1219,20	245,50	736,50	482,70	60,408%
Carga 46	OK!	M1	Consumido	1219,20	245,50	982,00	237,20	80,545%
Carga 47	OK!	M1	Consumido	1219,20	245,50	1227,50	-8,30	100,681%
Carga 48	OK!	M1	Consumido	1219,20	245,50	1473,00	-253,80	120,817%
Carga 49	OK!	M1	Consumido	1219,20	245,50	1718,50	-499,30	140,953%
Carga 50	OK!	M1	Consumido	1219,20	245,50	1964,00	-744,80	161,089%

Regra nº3 - 6º AVISO AMARELO: VALIDA-SE								
Carga 51	OK!	M1	Consumido	1130,50	245,50	245,50	885,00	21,716%
Carga 52	OK!	M1	Consumido	1130,50	245,50	491,00	639,50	43,432%
Carga 53	OK!	M1	Consumido	1130,50	245,50	736,50	394,00	65,148%
Carga 54	OK!	M1	Consumido	1130,50	245,50	982,00	148,50	86,864%
Carga 55	OK!	M1	Consumido	1130,50	245,50	1227,50	-97,00	108,580%
Carga 56	OK!	M1	Consumido	1130,50	245,50	1473,00	-342,50	130,296%
Carga 57	OK!	M1	Consumido	1130,50	245,50	1718,50	-588,00	152,012%
Regra nº3 - 7º AVISO AMARELO: NÃO SE VALIDA								
Carga 58	OK!	M1	Consumido	1166,00	245,50	245,50	920,50	21,055%
Carga 59	OK!	M1	Consumido	1166,00	245,50	491,00	675,00	42,110%
Carga 60	OK!	M1	Consumido	1166,00	245,50	736,50	429,50	63,165%
Carga 61	OK!	M1	Consumido	1166,00	245,50	982,00	184,00	84,220%
Carga 62	OK!	M1	Consumido	1166,00	245,50	1227,50	-61,50	105,274%
Carga 63	OK!	M1	Consumido	1166,00	245,50	1473,00	-307,00	126,329%
Carga 64	OK!	M1	Consumido	1166,00	245,50	1718,50	-552,50	147,384%
Regra nº3 - 8º AVISO AMARELO COM CONTAGEM DECRESCENTE								
Carga 65	OK!	M1	Consumido	1166,00	245,50	1964,00	-798,00	168,439%
Carga 66	OK!	M1	Consumido	1166,00	245,50	2209,50	-1043,50	189,494%
Regra nº3 - 9º AVISO AMARELO: VALIDA-SE								

Carga 67	OK!	M1	Consumido	1180,00	245,50	245,50	934,50	20,805%
Carga 68	OK!	M1	Consumido	1180,00	245,50	491,00	689,00	41,610%
Carga 69	OK!	M1	Consumido	1180,00	245,50	736,50	443,50	62,415%
Carga 70	OK!	M1	Consumido	1180,00	245,50	982,00	198,00	83,220%
Carga 71	OK!	M1	Consumido	1180,00	245,50	1227,50	-47,50	104,025%
Carga 72	OK!	M1	Consumido	1180,00	245,50	1473,00	-293,00	124,831%
Carga 73	OK!	M1	Consumido	1180,00	245,50	1718,50	-538,50	145,636%
Regra nº3 - 10º AVISO AMARELO: VALIDA-SE								
Carga 74	OK!	M1	Consumido	1178,00	245,50	245,50	932,50	20,840%
Carga 75	OK!	M1	Consumido	1178,00	245,50	491,00	687,00	41,681%
Carga 76	OK!	M1	Consumido	1178,00	245,50	736,50	441,50	62,521%
Carga 77	OK!	M1	Consumido	1178,00	245,50	982,00	196,00	83,362%
Carga 78	OK!	M1	Consumido	1178,00	245,50	1227,50	-49,50	104,202%
Carga 79	OK!	M1	Consumido	1178,00	245,50	1473,00	-295,00	125,042%
Carga 80	OK!	M1	Consumido	1178,00	245,50	1718,50	-540,50	145,883%
Carga 81	OK!	M1	Consumido	1178,00	245,50	1964,00	-786,00	166,723%
Regra nº3 - 11º AVISO AMARELO: VALIDA-SE								
Carga 82	OK!	M1	Consumido	1198,00	245,50	245,50	952,50	20,492%
Carga 83	OK!	M1	Consumido	1198,00	245,50	491,00	707,00	40,985%
Carga 84	OK!	M1	Consumido	1198,00	245,50	736,50	461,50	61,477%

Carga 85	OK!	M1	Consumido	1198,00	245,50	982,00	216,00	81,970%
Carga 86	OK!	M1	Consumido	1198,00	245,50	1227,50	-29,50	102,462%
Carga 87	OK!	M1	Consumido	1198,00	245,50	1473,00	-275,00	122,955%
Carga 88	OK!	M1	Consumido	1198,00	245,50	1718,50	-520,50	143,447%
Regra nº3 - 12º AVISO AMARELO: VALIDA-SE								
Carga 89	OK!	M1	Consumido	1180,00	245,50	245,50	934,50	20,805%
Carga 90	REGRAS DESATIVADAS							