

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Análise e Aumento de Eficiência de uma Linha de Enchimento de Aerossóis

João Pedro Baptista Bezerra de Matos

VERSÃO DE TRABALHO

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Major Automação

Orientador: Professor Pedro João
Co-orientador: Engenheira Fátima Oliveira

Janeiro de 2020

All our dreams can come true, if we have the courage to pursue them.
Walt Disney

© João Pedro Baptista Bezerra de Matos, 2020

Resumo

As empresas apresentam cada vez mais pressão por parte do mercado (concorrentes e clientes) sentindo cada vez mais a necessidade de diminuir os seus custos e aumentar e perpetuar a qualidade dos seus produtos. Para tal, é essencial reduzir o desperdício existente e potenciar ao máximo a eficiência dos processos em torno do produto final. Desta necessidade surgiu o projeto para a linha de enchimento de aerossóis LA1, com o objetivo de aumentar a eficiência de produção e reduzir os custos de não qualidade dessa mesma linha. Este projeto está inserido no modelo de gestão focado na melhoria contínua, *OneColep*.

O projeto iniciou com a fase de levantamento e análise de dados, imprescindível para se perceber o estado inicial da linha, continuou com a identificação das oportunidades de melhoria e por fim com a definição de um plano de ações e execução das melhorias. Em paralelo e englobado no ciclo de projetos do modelo *OneColep*, denominado “*saving cycle*”, foi realizado um trabalho de suporte num outro projeto que decorria em paralelo - projeto de manutenção autónoma numa linha piloto (a de maior cadência, denominada LA5) e de tecnologia diferente da LA1. Como objetivo para este projeto esteve a normalização das ferramentas e metodologias de implementação, permitindo que o mesmo, fosse possível de ser implementado na linha de maior foco neste estudo (LA1).

No final, os objetivos propostos para a LA1 foram atingidos, obtendo-se o aumento da disponibilidade e desempenho da linha e redução da sucata gerada, o que permitiu o aumento da eficiência global da linha (*OEE - Overall equipment efficiency*).

Página em branco

Abstract

Companies are increasingly under pressure from the market (competitors and customers) feeling more and more the need to lower their costs and increase and perpetuate the quality of their products. For this, it is essential to reduce the existing waste and maximize the efficiency of the processes around the final product. From this need arose the project for the LA1 aerosol filling line, with the objective of increasing production efficiency and reducing the non-quality costs of this line. This project is part of the management model focused on continuous improvement, OneColep.

The project started with the data collection and analysis phase, which is essential to understand the initial state of the line, continued with the identification of improvement opportunities and finally with the definition of an action plan and implementation of improvements. In parallel, and included in the project cycle of the OneColep model, called “saving cycle”, a support work was carried out in another project that took place in parallel - an autonomous maintenance project on a pilot line (the one with the highest cadence, called LA5) and with different technology from LA1. The objective for this project was the standardization of tools and methodologies for implementation, allowing it to be possible to be implemented in the line with greater focus in this study (LA1).

In the end, the objectives proposed for LA1 were achieved, obtaining an increase in the availability and performance of the line and a reduction in the scrap generated, which allowed a growth in the overall efficiency of the line (*OEE - Overall equipment efficiency*).

Página em branco

Agradecimentos

A realização da dissertação representa o final de mais uma etapa na minha vida e um objetivo cumprido. Assim, encerra o meu percurso como estudante e, por isso, gostaria de agradecer a quem esteve presente e me ajudou durante esta marcante jornada, a todos o meu OBRIGADO!

À FEUP e à Colep Portugal, S.A. pela oportunidade e aprendizagem que me proporcionaram.

Aos meus orientadores, Engenheira Fátima Oliveira, pela orientação na empresa, apoio e dedicação demonstrada em prol do meu desenvolvimento e aprendizagem e Engenheiro Pedro João, pela orientação na FEUP, apoio, preocupação e disponibilidade demonstrada ao longo da realização do projeto.

Ao Marco Rodrigues, *cell leader* da LA1, incansável no apoio, na ajuda e nos ensinamentos que me permitiram conhecer e entender os processos da linha.

Aos colaboradores da LA1, imprescindíveis no projeto pela sua dedicação e conhecimento, ao Carlos Pereira, Cristina Tavares, Maria dos Anjos, Susana Ferreira, Ana Catarina, Alexandra, Patrícia Campas, Carminda e Sara.

Ao meu colega estagiário Pedro Maia, pelo companheirismo e partilha de conhecimentos diária.

Aos meus pais e irmãs, pelo apoio incondicional, preocupação e presença assídua em todo este meu percurso e em todas as etapas da minha vida.

Finalmente, à Beatriz, pela paciência, apoio, ajuda incessante e a quem um obrigado fica curto face à importância que teve nesta etapa.

Página em branco

Índice

Resumo	iii
Abstract.....	v
Agradecimentos	vii
Índice.....	ix
Lista de figuras	xi
Lista de tabelas	xiv
Abreviaturas e Símbolos	xv
1. Introdução	1
1.1 - Enquadramento do Projeto e Motivação.....	1
1.2 - A Colep Portugal, S.A.	2
1.3 - Modelo OneColep	3
1.4 - Objetivos do Projeto	5
1.5 - Metodologia Seguida no Projeto	5
1.6 - Estrutura da dissertação	6
2. Enquadramento Teórico	7
2.1 - Lean Manufacturing	7
2.2 - Mura, Muri e Muda	8
2.3 - SMED	9
2.4 - 5S	10
2.5 - TPM	11
2.5.1 - Manutenção Autónoma	11
2.6 - Ciclo PDCA	12
2.7 - Kamishibai	13
2.8 - OEE	13
3. Análise do Processo e da Situação Inicial	15
3.1 - Análise do processo na LA1	15
3.2 - Análise de Dados	28
3.3 - Análise dos problemas identificados	30
3.4 - Setups na LA1	34
4. Soluções implementadas e resultados obtidos	39
4.1 - Aplicação dos 5S	39
4.2 - Aplicação do SMED	42
4.3 - Soluções Implementadas Para Reduzir as Perdas de Velocidade e Avarias	48
4.4 - Propostas de Soluções Não Implementadas	52
4.5 - Gestão Visual e Normalização da Manutenção Autónoma	52
4.6 - Resultados Obtidos na LA1	54
5. Conclusões e trabalhos futuros	56
5.1 - Trabalhos Futuros	56
Referências	58

Apêndice	59
Anexo A: Relatórios MGpro	59
Anexo B: Análise de paragens	61
Anexo C: 5S	63
Anexo D: Fluxos de <i>Setup</i>	64
Anexo E: Perguntas para <i>Kamishibai</i> de 5S.....	68
Anexo E: Perguntas para <i>Kamishibai</i> de SMED	69

Lista de figuras

Figura 1.1 - Presença da Colep no mundo (Colep Portugal, 2020)	2
Figura 1.2 - Modelo OneColep	3
Figura 1.3 - Níveis do OneColep diário	4
Figura 1.4 - Cronograma do projeto	6
Figura 2.1 - Pilares do TPS (modelo casa) (McBride, 2020).....	8
Figura 2.2 - Pilares do TPM, adaptado de (Suzuki, 1992)	11
Figura 2.3 - Fases do ciclo PDCA (adaptado de artigo BIA)	12
Figura 3.1 - Tipos de válvula.....	16
Figura 3.2 - <i>Layout LA1</i>	17
Figura 3.3 - Mesa de alimentação (esquerda) e elevador de válvulas (direita).....	17
Figura 3.4 - Tapete elevador de válvulas	18
Figura 3.5 - Escolhedor de válvulas.....	18
Figura 3.6 - Máquina de cravação	19
Figura 3.7 - Máquina de produto	19
Figura 3.8 - Sacos de produto (em cima) e contentor IBC (em baixo)	20
Figura 3.9 - Unidade de gel	20
Figura 3.10 - Bomba elétrica	21
Figura 3.11 - Lavagem dos aerossóis.....	21
Figura 3.12 - Balança	22
Figura 3.13 - Zona de entrada do banho	22
Figura 3.14 - Sopradores à saída do banho	23
Figura 3.15 - Tipos de tampas	23
Figura 3.16 - Máquina das tampas	24
Figura 3.17 - Escolhedor de tampas	24
Figura 3.18 - Rejeitador de aerossóis sem tampa.....	24
Figura 3.19 - Saída do <i>sorter</i> de tampas	25

Figura 3.20 - Máquina de código após as tampas	25
Figura 3.21 - Zona da máquina de filme que forma os conjuntos	26
Figura 3.22 - Barras de separação	26
Figura 3.23 - Colocação do filme estirável	27
Figura 3.24 - Saída do forno da máquina de filme	27
Figura 3.25 - Aplicação de etiquetas no final de linha	28
Figura 3.26 - Colocação de etiqueta e código nas caixas	28
Figura 3.27 - Gráfico de perdas e <i>OEE</i> da linha de janeiro a agosto de 2019.....	29
Figura 3.28 - Local de queda dos aerossóis na máquina de cravação.....	30
Figura 3.29 - Encravamento de aerossóis na saída do pulmão.....	32
Figura 3.30 - Local de encravamento de tampas	32
Figura 3.31 - Acumulação de tampas no local de desajuste da posição.....	33
Figura 3.32 - Exemplo de um código colocado incorretamente	33
Figura 4.1 - Segregação dos materiais em caixas.....	40
Figura 4.2 - Mudança da estrutura da mesa de maquinista	40
Figura 4.3 - Reestruturação de carrinhos de apoio.....	41
Figura 4.4 - Limpeza da LA1	41
Figura 4.5 - Exemplos de algumas marcações efetuadas	42
Figura 4.6 - Quadro de projetos	42
Figura 4.7 - Folha de registo <i>setup</i>	43
Figura 4.8 - Diagrama de <i>spaghetti</i>	43
Figura 4.9 - Divisão das tarefas em internas e externas.....	44
Figura 4.10 - Separação das tarefas internas e externas	44
Figura 4.11 - Zona de retornos	45
Figura 4.12 - Exemplos de réguas, centrelines e elementos de controlo	46
Figura 4.13 - Controlo de parâmetros de cravação junto à máquina	46
Figura 4.14 - Exemplos de apertos rápidos colocados na linha	47
Figura 4.15 - Colocação de ferramentas junto das máquinas.....	47
Figura 4.16 - Sistema de lavagem dos aerossóis	49
Figura 4.17 - Contentores de resíduos e suporte de papel absorvente na Cabine de Gás	49

Figura 4.18 - Melhorias na zona dos IBC	50
Figura 4.19 - Controlador da máquina das tampas	50
Figura 4.20 - Novos sistemas de sopradores do sorter das tampas	51
Figura 4.21 - Rejeitador de tampas.....	51
Figura 4.22 - Colocação de dois rolos de filme em simultâneo	52
Figura 4.23 - Folha de registo de tarefas de manutenção autónoma	53
Figura 4.24 - Etiquetas de TPM	53
Figura 4.25 - Quadro de acompanhamento de TPM.....	54
Figura 4.26 - OEE obtido no fim do projeto.....	55

Lista de tabelas

Tabela 3.1 - Diferentes mudanças na LA1	35
Tabela 3.2 - Tempos de tarefa recolhidos na mudança AP	37
Tabela 3.3 - Tempos contabilizados para uma mudança DAP	38
Tabela 4.1 - Tempos de <i>setup</i> após divisão das tarefas	45
Tabela 4.2 - Tempos médios de mudança após <i>SMED</i>	48

Abreviaturas e Símbolos

Lista de abreviaturas

ABC	Análise de Pareto
ACOA	<i>The Alliance of Colep and One Asia</i>
AP	Altura e Produto
BOV	<i>Bago On Valve</i>
CIP	<i>Clean in Place</i>
DAP	Diâmetro, Altura e Produto
IBC	<i>Intermediate Bulk Container</i>
JIT	Just In Time
LA1	Linha de enchimento de aerossóis número 1
LA5	Linha de enchimento de aerossóis número 5
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
Mm	milímetros
°C	graus Celsius
OEE	<i>Overall equipment efficiency</i>
PDCA	<i>Plan - Do - Check - Act</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPM	<i>Total Productive Maintaince</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>

1. Introdução

O mundo está em constante mudança e quem não se adapta não sobrevive. Nas empresas acontece exatamente o mesmo. Aquelas que se conseguem adaptar perduram, deixando a sua marca no quotidiano e a Colep Portugal S.A está consciente desta necessidade.

O mercado coloca cada vez mais pressão nas empresas e estas tentam adotar uma produção Lean em resposta ao que é pedido. A quantidade produzida é menor, as séries de produtos são mais curtas, o número de mudanças aumenta e a margem de erro diminui.

Perante tais condições e na procura da obtenção de resultados operacionais positivos é imperativo reduzir o desperdício, baixar o tempo de *setup* e aumentar a eficiência.

1.1 - Enquadramento do Projeto e Motivação

Praticar uma produção *Lean* implica uma redução do consumo de recursos sem valor para o cliente e, para tal é necessário melhorar processos e assegurar uma melhor comunicação e exploração das máquinas. Na procura de resultados de sucesso a melhoria contínua fornece ferramentas e procura o compromisso de todos para alcançar os objetivos operacionais.

A linha escolhida, linha de enchimento de aerossóis número 1 (LA1), tem a particularidade de ter uma equipa constituída recentemente, com falta de rotinas e métodos de trabalho, um produto adicionado no decorrer do ano 2019 e um novo responsável da área, o que levou a uma baixa eficiência e aumento dos custos de não qualidade na primeira metade do ano 2019. Para além disso, prevê-se a introdução de um outro produto em 2020, pelo que é essencial melhorar, organizar e normalizar os processos existentes.

No sentido de melhorar os processos existentes e aumentar a eficiência da linha, ferramentas *Lean* como a mudança em minuto singular (*SMED - Single Minute Exchange of Die*), a resolução estruturada de problemas através de *3C*, *5W2H* e diagramas de espinha de peixe permitem identificar os problemas e definir as ações necessárias para a sua resolução.

1.2 - A Colep Portugal, S.A.

A Colep foi fundada por Ilídio da Costa Pinho em 1965 e pertence desde o ano 2000 ao grupo RAR. Situada em Vale de Cambra, começou com a produção de embalagens metálicas e 10 anos mais tarde iniciou a produção, formulação, enchimento e embalamento de aerossóis (*Contract Manufacturing*) ocupando uma posição de liderança no mercado mundial de produtos de higiene pessoal, cosmética, higiene do lar e farmacêutica. Na Europa, além do *Contract Manufacturing*, a empresa tem ainda uma atividade relevante no fabrico de embalagens metálicas sendo líder ibérico na produção de embalagens industriais e um dos maiores fornecedores europeus de embalagens de aerossol.

Em 2000 foi adquirida pelo Grupo RAR e desde 2010 é líder do mercado brasileiro de *Contract Manufacturing* de produtos de higiene pessoal e cosmética.

Em 2013, a Colep estabeleceu uma aliança estratégica com a *One Asia Network*, denominada *ACOA - The Alliance of Colep and One Asia* que se traduz na partilha da melhores práticas e na transferência de conhecimento nas áreas da inovação, produção e rede de distribuição, permitindo à Colep oferecer aos seus clientes uma plataforma mundial para a implementação dos seus projetos e da sua produção.

Dispondo de 2 unidades industriais no Brasil, 6 na Europa, 1 no México e outra em Sharjah, em conjunto com a *One Asia Network*, a empresa integra um conjunto de 17 unidades industriais situadas na Alemanha, Espanha, Portugal, Brasil, México, EAU, Austrália, China, Índia, Japão e Tailândia, como se vê na Figura 1.1 (RAR, 2019).

Nos dias de hoje, é uma empresa líder global nas indústrias de embalagem e *Contract Manufacturing* faturando 432.5 milhões de euros em 2018 e empregando nos diversos países cerca de 2800 pessoas.

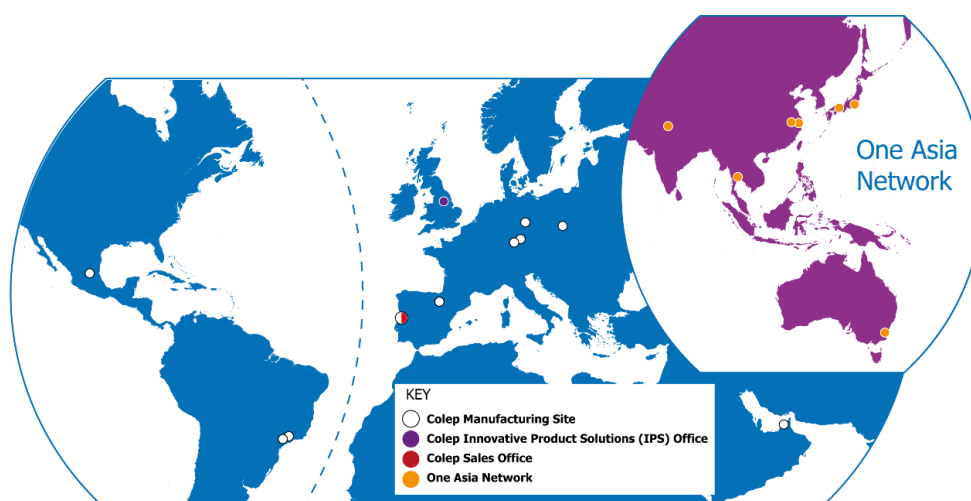


Figura 1.1 - Presença da Colep no mundo (Colep Portugal, 2020)

A Colep esclarece como sua missão “Trabalhar com os clientes para oferecer conforto aos consumidores”.

A visão da Colep é ser líder na Criação de Valor, fornecendo os seus clientes com produtos, soluções de manufatura e embalagens através de inovação tecnológica e práticas sustentáveis.

Os valores, na palavra do CEO Vítor Neves, são os princípios que tanto a empresa como os colaboradores serão reconhecidos e representam as convicções que conduzem o comportamento e a forma de interação entre os colaboradores e com os parceiros de negócio (Colep Portugal, Values, 2019).

- Foco no cliente: Proatividade em alcançar e exceder as expectativas dos clientes;
- Ética: Atuar sempre com respeito, confiança e sentido de justiça;
- Aprendizagem e criatividade: Abertura para aprender e para ser criativo na procura de soluções novas com aplicação prática;
- Criação de valor: Comprometimento como criação sustentável de valor para a empresa e para todas as partes interessadas;
- Paixão pela excelência: Esforço por continuamente melhorar e alcançar excelência em tudo que se faz.

1.3 - Modelo OneColep

O modelo de melhoria contínua da Colep é o OneColep, presente na Figura 1.2, e nele estão incluídas todas as iniciativas que permitem melhorar a forma de trabalhar. O modelo tem duas componentes importantes, a normalização e a melhoria de padrões. A primeira unifica a forma de trabalhar permitindo aumentar a eficiência e servir melhor os clientes e facilitar a implementação deste modelo noutros pontos geográficos sejam eles novos ou já existentes. O segundo, a melhoria de padrões de forma controlada e estruturada permite criar condições para a competitividade sustentável facultando as ferramentas necessárias para um comportamento de melhoria contínua.



Figura 1.2 - Modelo OneColep

O objetivo do modelo OneColep é aumentar e perpetuar o Valor da organização através de uma cultura de excelência.

É focado prioritariamente nas pessoas que elaboram melhorias diárias e que participam nos projetos de melhoria, conduzindo ao aperfeiçoamento de processos de forma a se atingirem os objetivos estratégicos da Colep.

Nele, todas as equipes participam nas melhorias diárias, nas reuniões onde se discutem soluções para os problemas e oportunidades de melhoria do trabalho.

Na implementação da melhoria diária para atingir o objetivo final, a Excelência, é necessário passar por quatro níveis, representados na Figura 1.3:

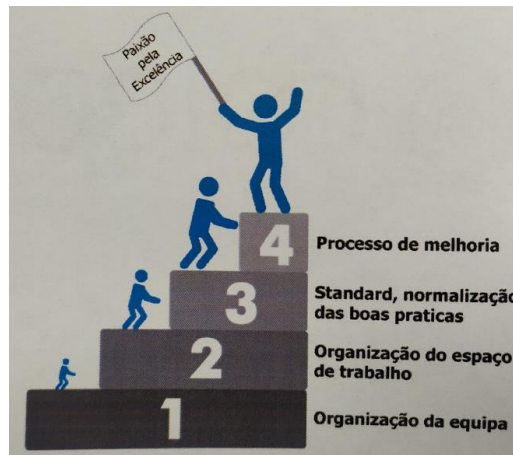


Figura 1.3 - Níveis do OneColep diário

- **Nível 1:** Organização das equipes de trabalho, tem como objetivos melhorar a comunicação entre os elementos e comprometer os mesmos com a melhoria usando um quadro com informações importantes para o grupo. É neste nível que se definem a frequência, a agenda e a duração das reuniões;
- **Nível 2:** Organização do espaço de trabalho de modo a simplificar o dia a dia, assegurar a segurança no trabalho, melhorar a eficiência e criar um local asseado, sendo que para tal é usada a ferramenta 5S;
- **Nível 3:** Normalização das boas práticas de maneira a criar a cultura de normalização de tarefas, nivelar o conhecimento da equipe e garantir que o mesmo permanece. Aqui, listam-se as tarefas consideradas importantes e inicia o ciclo de normalização;
- **Nível 4:** Resolução de problemas de forma estruturada e desenvolvimento de soluções de melhoria e de processos e tarefas. Este nível é alcançado quando as equipes já são autônomas e implementam melhorias de forma a reduzir o desperdício.

1.4 - Objetivos do Projeto

A fábrica de enchimento de Vale de Cambra lançou, na LA1, a produção de um novo produto em resposta a um mercado que exige mais agilidade e versatilidade nas empresas.

A entrada deste novo produto em linha originou problemas de eficiência que despoletaram a necessidade da realização deste projeto.

Assim, mediante as necessidades da LA1 e com a análise dos dados relativos ao primeiro semestre foi possível definir os objetivos propostos para o atual projeto (estado inicial):

- Aumento do *OEE* da linha para 64.9% através da diminuição dos tempos de *setup* em 50% e da identificação e resolução de problemas;
- Diminuição da sucata para 0.5% mitigando os problemas no arranque de produções.

Em paralelo, pretendeu-se também a:

- Aprendizagem transversal para a fábrica, através da implementação do processo de manutenção autónoma (*Total Productive Maintenance - TPM*) na linha de enchimento de aerossóis número 5 (LA5), linha piloto de maior cadêcia da fábrica;
- Implementação do OneColep diário.

1.5 - Metodologia Seguida no Projeto

O projeto foi realizado com foco na LA1 sendo organizado em 3 fases: a fase de planeamento, a fase de desenvolvimento e a fase de implementação das ações de melhoria e sua monitorização.

A primeira fase começou com uma análise aos indicadores de performance de janeiro de 2019 a agosto de 2019 para conhecimento da situação atual. Após a análise foram iniciadas as observações no chão de fábrica (*Gemba*) com o objetivo de se perceber quais os fatores que mais influenciam os indicadores. Durante este período e com o auxílio das equipas de produção e manutenção foi possível identificar problemas/ possíveis causas e definir as possíveis soluções.

A fase de desenvolvimento teve como objetivo a criação de um plano de ações resultantes da identificação das oportunidades de melhoria provenientes da primeira fase do projeto.

Na terceira fase foram implementadas as ações, criadas normas de trabalho e atualizados os procedimentos de operação.

A Figura 1.4 mostra um cronograma com os trabalhos a realizar ao longo do período de implementação do projeto.

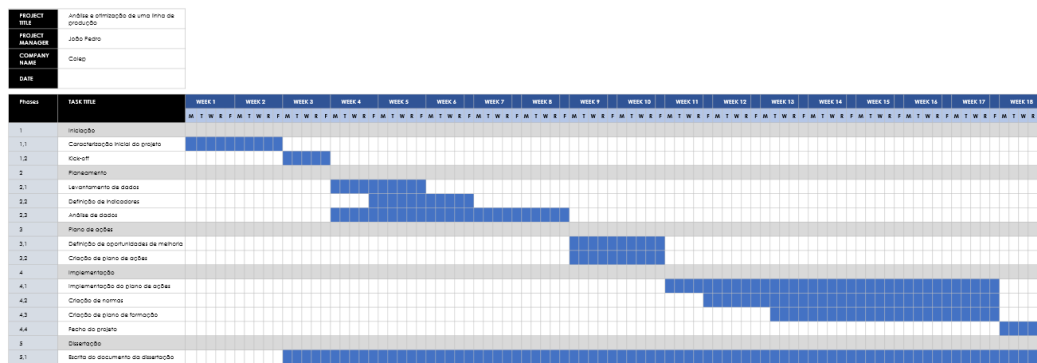


Figura 1.4 - Cronograma do projeto

1.6 - Estrutura da dissertação

A dissertação está dividida em cinco capítulos: introdução, enquadramento teórico, estado atual, soluções propostas e resultados e conclusões, terminando com a apresentação de trabalhos futuros.

Na introdução é feita uma contextualização do projeto face às exigências do mercado, uma descrição do local onde a dissertação foi realizada, é explicado o modelo de melhoria contínua onde o projeto se enquadra e são enumerados os seus objetivos.

No enquadramento teórico é realizada uma apresentação bibliográfica sobre as metodologias e ferramentas utilizadas na identificação e resolução dos problemas como o *Lean*, *SMED*, *5S*, *TPM*, diagrama de causa efeito entre outros.

No capítulo três é explicado o processo produtivo da LA1, o estado inicial através da análise de dados e da identificação dos problemas e a utilização das diversas ferramentas que originaram o plano de ações.

As soluções propostas para os problemas identificados e os resultados obtidos estão apresentadas no capítulo quatro.

A dissertação termina com as conclusões do projeto e alguns exemplos de trabalhos futuros que podem ser realizados para dar continuidade ao trabalho desenvolvido neste trabalho.

2. Enquadramento Teórico

Neste capítulo são abordadas a filosofia e as ferramentas relacionadas com o tema e o trabalho realizado. A filosofia é a do *Lean Manufacturing* apoiado no Sistema de produção da *Toyota (TPS)* através da aplicação de ferramentas como *SMED*, *5S*, *TPM* em particular a manutenção autónoma, ciclo *PDCA* e gestão visual que ajudam na obtenção dos resultados pretendidos monitorizados através do *OEE*.

2.1 - Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* é um conjunto de técnicas que permitem eliminar o desperdício e de acordo com *Lonnie Wilson*, o *TPS* é o sistema melhor documentado e provou-se, ao longo dos anos, ser o mais acertado (Wilson, 2010).

O *TPS* surgiu após a segunda guerra mundial numa altura em que o Japão passava grandes dificuldades económica, não possuindo recursos para gastar como os seus concorrentes. O modelo nasceu às mãos de *Kiichiro Toyoda* e *Taiichi Ohno* (Liker, 2004).

Definido como um sistema de produção que controla a quantidade produzida, o *TPS*, tem como base produtos de qualidade em que o objetivo é a redução de custos através da eliminação de desperdício (Ohno, 1988). Assenta em três pilares, *Jidoka*, *Just in Time (JIT)* e na motivação das pessoas. O primeiro diz que quando um problema ocorre o equipamento para imediatamente, prevenido a produção de produtos com defeito. O *JIT* afirma que cada processo apenas produz o que for necessário para o processo a jusante em fluxo contínuo. O terceiro pilar está centrado nas pessoas. Na Figura 2.1 está ilustrado como os pilares estão assentes nesta filosofia.

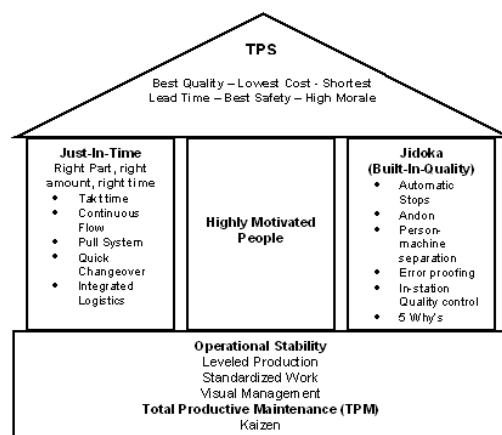


Figura 2.1 - Pilares do TPS (modelo casa) (McBride, 2020)

O princípio *Kaizen*, assenta em cinco fundamentos: criação de valor para o cliente, ir ao *Gemba*, envolver as pessoas, gestão visual e eliminar os desperdícios (Coimbra, 2013).

A criação de valor consiste em saber o que o cliente está disposto a pagar catalogando em atividades de valor acrescentado e que devem ser o epicentro da produção. Tudo o resto são atividades sem valor acrescentado que podem ser necessárias ou desnecessárias necessitando de serem reduzidas ou mesmo eliminadas.

O *Gemba* é o local onde as coisas acontecem, o chão de fábrica. Como tal, é o sítio onde surge a obrigação de perceber as necessidades e executar as ações de melhoria de maneira mais vincada sendo o espaço onde o valor é gerado.

O envolvimento das pessoas quebra paradigmas e muda hábitos. Ajuda a incorporar as mudanças, aproveita o conhecimento de quem conhece o terreno, máquinas e pontos a melhorar e permeabiliza os colaboradores para melhor reagirem a uma mudança na sua cultura.

A gestão visual é uma forma de comunicação. Com o intuito de tornar a informação acessível e fazer com que se propague de uma forma simples e realce a performance dos processos.

O desperdício representa todas as atividades que o cliente não paga mesmo sendo necessárias para o funcionamento da empresa. O objetivo passa por eliminar todo o desperdício gerado na empresa. De acordo com *Shingee Shingo*, a melhor maneira de maneira de melhorar é aprender a vê-lo e citando Shingo “O desperdício mais perigoso é o desperdício que não reconhecemos”. Existem três tipos de desperdício: o *Mura*, o *Muri* e o *Muda*.

2.2 - Mura, Muri e Muda

O *Mura* é o desperdício do não balanceamento do trabalho, da variabilidade. Acontece que, muitas vezes, os resultados estão na média do previsto, contudo existem valores acima do valor máximo permitido ou abaixo do valor mínimo.

O *Muri* é a sobrecarga do trabalho. É aplicável tanto a pessoas como a máquinas ou linhas de produção originando problemas ao nível da segurança de colaboradores e equipamentos favorecendo ao aparecimento de defeitos e ruturas no processo.

O *Muda* é tudo o que é feito numa empresa e que o cliente não está disposto a pagar. São catalogados em 7 tipos pelo TPS: transporte, movimento, inventário, tempo de espera, sobreprocessamento, sobreprodução e defeitos (Ohno, 1988). Contudo um oitavo tipo de desperdício foi identificado, o talento não aproveitado (Wibowoa et al, 2018).

- Transporte: Movimento não necessário de materiais, produtos ou informações;
- Movimento: Movimento não necessário de pessoas (andar, esticar, alcançar ou deslocar);
- Inventário: Toda a matéria prima, trabalho em curso (*WIP - Work in progress*) ou produto acabado que excedem o pedido do cliente ou o necessário para a estabilidade do processo;
- Tempo de espera: O tempo de atraso entre o fim de um processo e o início da atividade seguinte;
- Sobreprocessamento: Fazer mais que o necessário para a elaboração de um produto ou acrescentar mais valor que o que foi acordado com o cliente;
- Sobreprodução: Produzir a mais do que o estabelecido com o cliente ou mais que aquilo que é necessário;
- Defeitos: Todo o produto que resulta em retrabalho ou sucata;
- Talento não aproveitado: Não envolvimento das pessoas no processo, eliminando ideias, competências, crescimento e oportunidades de aprendizagem e crescimento (Wibowoa et al, 2018).

2.3 - SMED

O *SMED* é uma ferramenta que permite reduzir o tempo de mudança de configuração de máquinas. O tempo de mudança é medido entre o último produto bom da produção anterior até à saída do primeiro produto bom da produção seguinte em fluxo contínuo.

Este é caracterizado em atividades internas e externas, onde as primeiras são realizadas obrigatoriamente com o equipamento desligado e as segundas são conduzidas com o equipamento ainda em produção. A sua essência é converter o maior número de tarefas possível para externas de modo a realizar a mudança com o equipamento parado no mínimo de tempo possível (Pablo Guzmán Ferradás, 2013).

A metodologia do *SMED* está dividida em quatro etapas: etapa preliminar, separar o trabalho interno e o externo, converter o trabalho interno em externo e por fim reduzir o número de tarefas internas e externas (Shingo, 1985):

- **Etapa preliminar:** Nesta fase as tarefas internas e externas encontram-se misturadas e as máquinas encontram-se paradas mais tempo. Aqui são estudadas as condições do *Gemba* e é determinada a situação atual com o acompanhamento e registo de *setups*. Existem várias formas de o fazer, contudo o melhor método é a gravação em vídeo do *setup*;
- **Separar o trabalho interno e o externo:** De acordo com *Shingo* (Shingo, 1985) este é a etapa mais importante, uma vez que se consegue diminuir o tempo de *setup* entre 30%-50% ao realizar as tarefas externas enquanto a máquina ainda opera;
- **Converter trabalho interno em externo:** Apesar da redução de tempo na etapa anterior ainda existe espaço para melhorar a forma de o fazer é transformar o máximo de tarefas para externas. Assim, a conversão é feita em duas fases: voltar a analisar a divisão de tarefas (internas e externas) e verificar se existe algo classificado incorretamente; investigar possibilidades de conversão de tarefas internas para externas;
- **Reduzir o número de tarefas internas e externas:** A redução conseguida nos passos anteriores não reduz suficientemente o desperdício de tempo, por isso, é necessário simplificar e diminuir o número e duração de tarefas a realizar. Esta etapa deve ser aplicada através da redução do número de apertos com recurso a ferramentas mais demoradas e diversificadas e substituição por apertos mais rápidos e homogêneos. Também devem ser minimizadas as deslocações dos colaboradores e, sempre que possível, realizar atividades em simultâneo por parte dos operadores (Hirano & Furuya, 2006).

2.4 - 5S

O 5S é uma ferramenta de criação e manutenção de um espaço de trabalho bem organizado, limpo e eficiente. Um espaço de trabalho de qualidade é benéfico, já que previne o acontecimento de acidentes, reduz a produção com defeitos e elimina desperdício de tempo à procura de ferramentas ou documentos (Bagi, 2013).

Com origem no Japão, representam 5 palavras japonesas:

- **Seiri (Separar):** O primeiro dos S a ser implementado e consiste em separar o útil do inútil. O útil deve permanecer na área de trabalho e o restante deve ser retirado;
- **Seiton (Localizar):** Os materiais separados são agora colocados em ordem por frequência de utilização, os mais usados mais próximos e os menos usados mais afastados, permitindo ao trabalhador retirar e colocar de volta o material mais rapidamente;

- **Seiso (Limpar):** Na terceira etapa, todos os materiais são limpos. Manter os equipamentos limpos permite identificar problemas e fontes de sujidade. Aqui é reposto o estado inicial do equipamento;
- **Seiketsu (Normalizar):** Após as etapas anteriores, é importante garantir que as mesmas estão implementadas e a normalização pretende garantir a existência de rotinas que mantenham a ordem no local de trabalho;
- **Shitsuke (Manter):** Na última etapa, e para assegurar a obtenção dos resultados, é relevante criar uma mentalidade de autodisciplina através da criação de rotinas diárias, auditorias ou *checklists*.

2.5 - TPM

O TPM é uma ferramenta utilizada com o objetivo de redução de paragens das máquinas, evitando avarias, aumentando a disponibilidade e a qualidade dos produtos, reduzindo assim os custos de produção (Suzuki, 1992).

Está assente em oito pilares, manutenção autónoma, manutenção planeada, manutenção da qualidade, melhorias direccionadas, controlo inicial, formação e treino, higiene, segurança e ambiente e TPM administrativo sobre uma base de 5S como se pode ver na Figura 2.2.

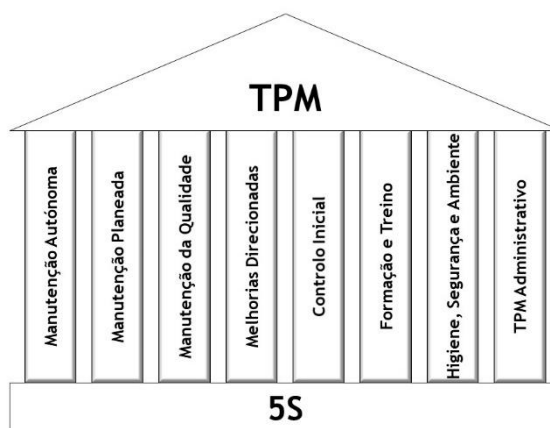


Figura 2.2 - Pilares do TPM, adaptado de (Suzuki, 1992)

2.5.1 - Manutenção Autónoma

A manutenção autónoma tem como objetivo aumentar a eficiência dos equipamentos e reduzir as microparagens. Caracteriza-se por ser uma rotina de manutenção onde existe a limpeza, lubrificação e inspeção do estado do equipamento por parte dos operadores.

Para além da redução das microparagens de máquinas ajuda a envolver os colaboradores, permite que os mesmos adquiram conhecimento do equipamento e que o mantenham em bom

estado. Identifica possíveis problemas logo que aparecem permitindo uma reação mais rápida perante as ocorrências (Nakajima, 1988).

2.6 - Ciclo PDCA

O PDCA é um ciclo que foi criado com o intuito de identificar a causa para os produtos falharem em corresponder às expectativas dos clientes.

É uma abordagem interativa dividida em quatro etapas que permitem melhorar continuamente processos, produtos e serviços, resolvendo os seus problemas (Imai, 2000).

As quatro fases do ciclo são planejar, executar, verificar e normalizar:

- *Plan* (Planejar): identificação e análise das oportunidades e dos problemas, desenvolvendo hipóteses acerca das causas e priorizando as ações;
- *Do* (Executar): Teste da ação escolhida na fase anterior;
- *Check* (Verificar): Medição do impacto da ação;
- *Act* (Normalizar): Normalização e implementação da ação nas áreas da empresa que seja aplicável.

A Figura 2.3 mostra as quatro fases da ferramenta.

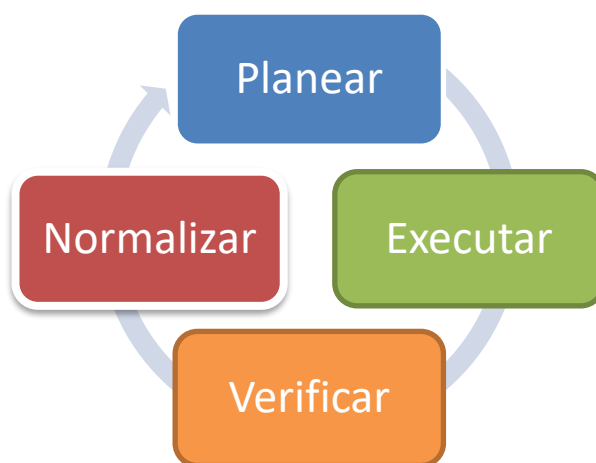


Figura 2.3 - Fases do ciclo PDCA (adaptado de artigo BIA)

Esta ferramenta, na fase de planeamento, é realizada em paralelo com outras capazes de chegar à causa raiz do problema, trabalhando os dados obtidos aquando da ocorrência.

Esta análise de causas inicia-se com um *brainstorming* de ideias, processo onde se geram ideias através de uma discussão em grupo (BusinessDictionary, 2020). O brainstorming deve ser utilizado simultaneamente com ferramentas de análise de causas, que permitem encontrar a causa raiz de problemas, nomeadamente o Diagrama de *Ishikawa* e os 5 Porquês.

2.7 - Kamishibai

Kamishibai tem origem no Japão e significa teatro de sombras.

A aplicação deste princípio surge com o objetivo de se perceber se os procedimentos estão a ser realizados corretamente. Constituído por cartões onde constam perguntas sobre a área de trabalho, funciona como uma auditoria ao local e ao operador.

Caracterizado por ser uma ferramenta de controlo visual, que alerta de uma forma eficaz quando algum procedimento não está a ser cumprido corretamente (Koch, 2012).

2.8 - OEE

O OEE mede o desempenho dos equipamentos através do cálculo de perdas associadas à produção (Ahuja & Khamba, 2008). Existem seis tipos de perdas: avarias, *setups*, microparagens, perdas de velocidade, defeitos e rejeições (Nakajima, 1988).

A perdas, por sua vez, estão agrupadas em três fatores: disponibilidade, desempenho e qualidade (Coimbra, 2013):

- A disponibilidade mede o tempo em que a máquina está disponível para produzir e contempla as perdas por avaria (paragens não planeadas que precisam de intervenção nas peças danificadas) e as perdas por *setup* (perdas planeadas). Este fator é calculado descontando o tempo das paragens planeadas e não planeadas ao tempo de produção previsto, (2.1).

$$\text{Disponibilidade} = (TPI - Tpar)/TPI, \quad (2.1)$$

onde TPI é o tempo planeado e Tpar é a soma do tempo de paragem planeado e não planeado.

- O desempenho tem em consideração as perdas por microparagens, pequenas avarias como encravamentos ou pequenas paragens originadas pela diferença de cadências entre máquinas contíguas e as perdas de velocidade, que acontecem quando a máquina opera abaixo da cadência teórica de trabalho. É calculado através da razão entre o tempo de produção teórico, ou seja, o tempo disponível $(TPI - Tpar)$ e o tempo de produção real, $\text{Desempenho} = (TPI - Tpar - Tvel - Tmicro) / (TPI - Tpar)$, (2.2).

$$\text{Desempenho} = ((TPI - Tpar) - Tvel - Tmicro) / (TPI - Tpar), \quad (2.2)$$

onde Tvel é o tempo das perdas de velocidade e Tmicro é o tempo das microparagens.

Também pode ser calculado através da razão entre o número de unidades que se devia produzir num determinado intervalo de tempo e o número de unidades efetivamente produzidas, ***Desempenho=Output/Input***, (2.3.

$$\mathbf{Desempenho = Output/Input,} \quad (2.3)$$

onde Output é o número de unidades efetivamente produzidas e Input é o número de unidades que deveriam ser produzidas.

- A qualidade agrupa as perdas provocadas por defeito, danos causados ao produto final durante o processo, causando sucata ou retrabalho, e perdas causadas por arranque de produção. É calculado através da razão entre o número de peças produzidas sem defeito e que cumprem as especificações do cliente e o número total de peças produzidas, ***Qualidade=Npsd/Npt***, (2.4.

$$\mathbf{Qualidade = Npsd/Npt,} \quad (2.4)$$

onde Npsd é o número de peças sem defeito e Npt é o número de peças totais produzida.

3. Análise do Processo e da Situação Inicial

A fábrica de enchimento da Colep Portugal, S.A., em Vale de Cambra é uma unidade industrial que possui seis linhas de enchimento de aerossóis e uma linha de enchimento de produtos líquidos e agrupa o seu fabrico em produtos cosméticos e produtos não cosméticos.

Os produtos cosméticos, produzidos nas cinco linhas de aerossóis são:

- Lacas;
- Loções corporais;
- Condicionadores;
- Desodorizantes e antitranspirantes;
- Gel e espuma de barbear.

Os produtos não cosméticos enchidos numa linha de aerossóis e numa linha de líquidos consistem em:

- Óleo de cedro;
- Produtos de limpeza;
- Inseticidas;
- Graxas;
- Ambientadores de calçado;
- Reparadores de móveis;
- Limpa pratas.

Nesta unidade industrial as etapas de conceção do produto final são: formulação química, montagem de válvulas nos aerossóis, alimentação de produto e gás, colocação de atuadores e tampas e embalagem final (em caixas ou em tabuleiros).

3.1 - Análise do processo na LA1

A LA1 é uma linha de produção de cosméticos onde se enche gel de barbear, espuma de barbear e loções corporais. Esta linha está preparada para produzir três diâmetros diferentes (45mm, 50mm e 52 mm), montar dois tipos de válvulas (com *stem* e sem *stem*, ilustrados na Figura 3.1), colocar três diâmetros de tampas (35mm, 45mm e 52mm com e sem atuadores

incorporados) e embalar em *packs* de 6X1 unidades (em caixas de 4 *packs*), 3X2 unidades e 4X3 unidades (estas duas últimas colocadas em tabuleiros).

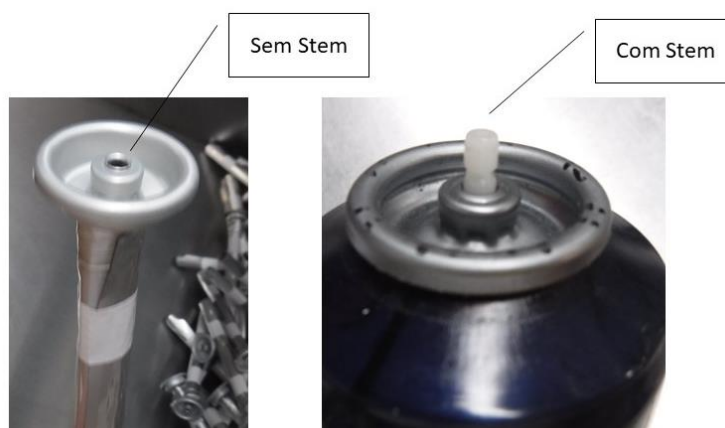


Figura 3.1 - Tipos de válvula

No ano de 2019, a LA1 encheu quarenta e três produtos diferentes entre gel de barbear e loções corporais. A linha foi preparada para começar a encher espuma de barbear em 2020.

É uma linha que trabalha com três operadores (maquinista, tampeira e final de linha) e supervisor quando a embalagem é realizada com tabuleiros. No entanto, quando a embalagem final é em caixas, a linha trabalha com quatro operadores (maquinista, tampeira, final de linha e caixas) e supervisor.

Em termos de equipamento, a linha possui um escolhedor de válvulas com tecnologia *bag on valve* (BOV), duas máquinas de cravação para válvulas *BOV*, dois escolhedores de válvulas *standard*, duas máquinas de enchimento de produto *standard* (a tecnologia de enchimento *standard* não foi utilizada estando prevista a sua utilização em 2020), uma cabine de gás (que contém duas máquinas de enchimento de produto com tecnologia *BOV*, um tanque de gel, um tanque pressurizado e um sistema de lavagem de aerossóis), uma balança, um banho, uma máquina de tampas com escolhedor, uma máquina de filme, duas máquinas de colocação de código, duas máquinas de etiquetas e uma máquina de fita cola para o embalamento final. A disposição das máquinas na linha pode ser observada na Figura 3.2, que representa o *layout* da LA1.

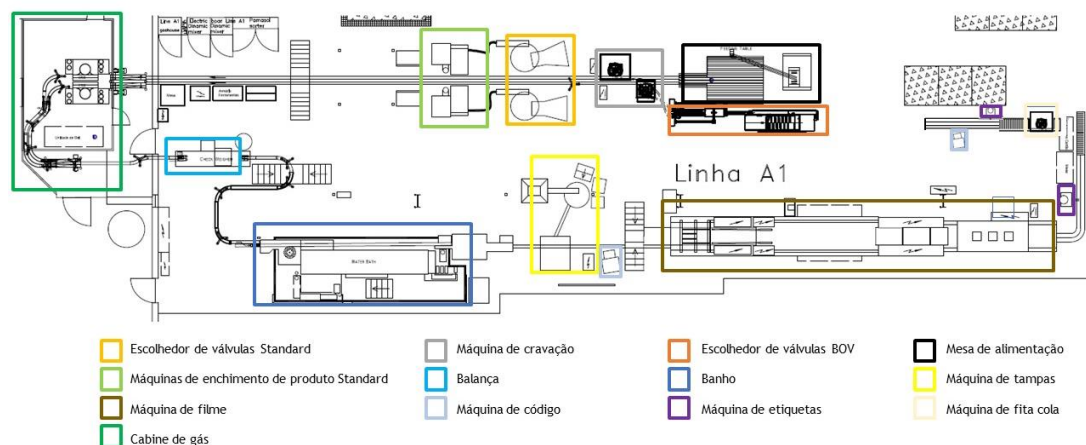


Figura 3.2 - Layout LA1

A LA1 possui dois processos de enchimento diferentes, enchimento de gel de barbear e enchimento de loções corporais. Enquanto que existe apenas um processo para o enchimento de loções corporais, no enchimento de gel de barbear existem dois processos distintos, um para cada tipo de válvulas.

Cada um dos processos de produção na LA1 começa com o abastecimento de aerossóis e válvulas na mesa de alimentação e no elevador do escolhedor de válvulas, representados na Figura 3.3.



Figura 3.3 - Mesa de alimentação (esquerda) e elevador de válvulas (direita)

A mesa de alimentação funciona com um *buffer* que permite libertar o operador para outras tarefas que não seja só o abastecimento de linha.

O escolhedor de válvulas após abastecido movimenta um tapete elevador, como mostra a Figura 3.4, até um escolhedor, presente na Figura 3.5, que faz a separação das válvulas e direciona-as para as máquinas de cravação de forma a fazer entrar uma válvula em cada aerossol.



Figura 3.4 - Tapete elevador de válvulas



Figura 3.5 - Escolhedor de válvulas

Os aerossóis seguem da mesa até às máquinas de cravação que possuem cinco cabeças com funções diferentes. Quando um aerossol chega à primeira cabeça, que se encontra ligada ao escolhedor de válvulas, é colocada a válvula. Em seguida, a cabeça número dois acerta a válvula com o aerossol e a terceira coloca o azoto no interior do aerossol e faz a cravação da válvula no mesmo.

Após a cravação, a quarta cabeça coloca o azoto no interior da válvula para a abrir e faz a medição da pressão no interior do aerossol, parando a máquina se a mesma estiver fora dos parâmetros exigidos. A cabeça número cinco só é usada no processo de enchimento de gel de barbear e tem como função realizar a despressurização do interior da válvula, de modo a permitir o enchimento da mesma sem a formação de grânulos e sem verter produto do interior da válvula, podendo ser identificadas as cabeças de cravação na Figura 3.6.

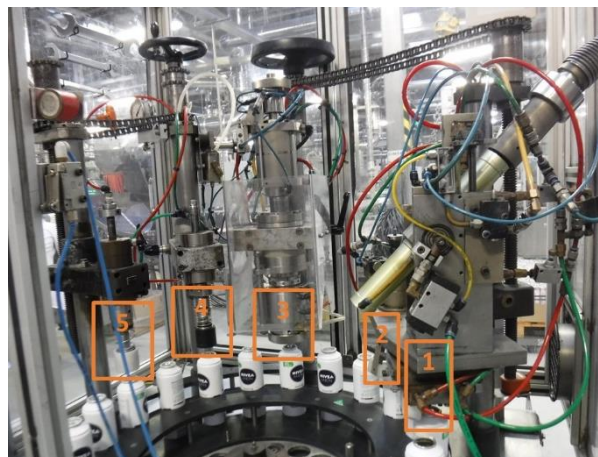


Figura 3.6 - Máquina de cravação

A pressurização do aerossol tem como função permitir a saída do produto quando o atuador é pressionado pelo consumidor. A pressurização também fortalece a embalagem evitando que amolgue quando pressionada. A despressurização não é realizada no enchimento de loções, porque o processo de enchimento de produto, devido à sua formulação, consegue entrar pela válvula e não formar grânulos no seu interior.

Logo após saírem da máquina de cravação, os aerossóis cravados percorrem um tapete comprido, que serve de pulmão, até à cabine de gás.

Na cabine de gás é efetuado o enchimento do produto através de duas máquinas, cada uma com três bombas e três cabeças de produto. O aerossol passa nas três cabeças sendo cheio por porções diferentes em cada uma, como se pode verificar na Figura 3.7.



Figura 3.7 - Máquina de produto

O produto chega à linha em sacos, dentro de contentores (*IBC - Intermediate Bulk Container*), ilustrados na Figura 3.8, e mediante o tipo de produto, gel de barbear ou loções corporais, segue tubagens e processos distintos.



Figura 3.8 - Sacos de produto (em cima) e contentor IBC (em baixo)

O processo de enchimento do gel de barbear é realizado através da unidade de gel, composta por um tanque de gel e um tanque pressurizado, ambos identificados na Figura 3.9. Assim, o produto sai do IBC até ao tanque de gel onde é armazenado. Do tanque de gel segue para o tanque pressurizado, sendo misturado com gás (isopentano e isobutano). As bombas puxam o produto do tanque pressurizado até às cabeças de produto que o colocam dentro do aerossol.



Figura 3.9 - Unidade de gel

O processo de enchimento de loções corporais não necessita de gás e é colocado diretamente no aerossol. O produto é puxado por uma bomba elétrica, presente na Figura 3.10, do IBC até às bombas de enchimento que num processo semelhante ao anterior colocam o produto nas cabeças que enchem os aerossóis.



Figura 3.10 - Bomba elétrica

Antes de sair da cabine de gás, os aerossóis são sujeitos a um processo de lavagem, Figura 3.11 e secagem da zona superior, devido à existência de produto acumulado na válvula resultante do seu enchimento, e evitando que a água do banho fique suja e tenha de ser trocada mais frequentemente.



Figura 3.11 - Lavagem dos aerossóis

Imediatamente após a lavagem, os aerossóis saem da cabine de gás e passam pela balança, que pode ser encontrada na Figura 3.12, onde há a medição e o registo do peso de cada um. Os aerossóis, cujo peso se encontre acima ou abaixo do estipulado, são rejeitados no local e os restantes seguem o processo até ao banho.



Figura 3.12 - Balança

No banho, os aerossóis são mergulhados em água a 55°C, o que aumenta a pressão no seu interior, verificando se os mesmos aguentam e não explodem. Aqui também são detetadas, caso existam, as fugas na embalagem ou na válvula e o aerossol é limpo na sua totalidade. Quando os aerossóis chegam ao banho são presos pela zona da válvula, como se pode ver na Figura 3.13, numa mola incorporada numa corrente que faz um percurso serpenteado pela água.



Figura 3.13 - Zona de entrada do banho

Na Figura 3.14, encontram-se os sopradores que secam a água, à saída do banho, presente no exterior do aerossol evitando o processo de corrosão.



Figura 3.14 - Sopradores à saída do banho

Depois de passarem pelos sopradores, os aerossóis são encaminhados para a máquina de tampas.

Na máquina de tampas o processo difere com o diâmetro e o tipo de produto. No gel de barbear com o diâmetro de 52 mm, é necessário colocar tampas e atuadores como um conjunto, já no diâmetro 45 mm o atuador é colocado separadamente da tampa. Como não existe uma máquina de atuadores na LA1 os mesmos são colocados à mão com recurso a dois operadores extra. Nas loções corporais o atuador funciona como tampa usando o diâmetro de 35 mm, na Figura 3.15 é possível identificar essas diferenças.



Figura 3.15 - Tipos de tampas

A máquina das tampas é composta por seis cabeças com seis copos que agarram as tampas, Figura 3.16, um escolhedor, Figura 3.17, e um rejeitador, Figura 3.18, que deteta quando os aerossóis saem da máquina sem tampa parando-a quando três aerossóis são rejeitados de forma consecutiva.

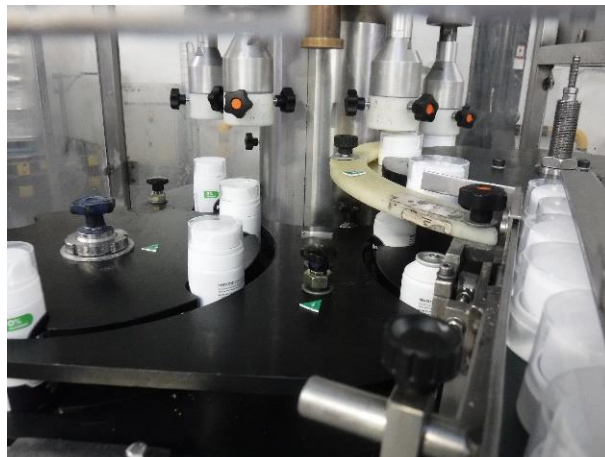


Figura 3.16 - Máquina das tampas



Figura 3.17 - Escolhedor de tampas



Figura 3.18 - Rejeitador de aerossóis sem tampa

O processo de colocação de tampas começa com o abastecimento das mesmas num escolhedor de tampas. Semelhante ao processo das válvulas, as tampas são colocadas num elevador. Em seguida, caem num *sorter* que as posiciona da forma correta recorrendo a cinco

sopradores de ar que as faz saltar e vibrar até atingirem o posicionamento pretendido, o que se pode observar na Figura 3.19.

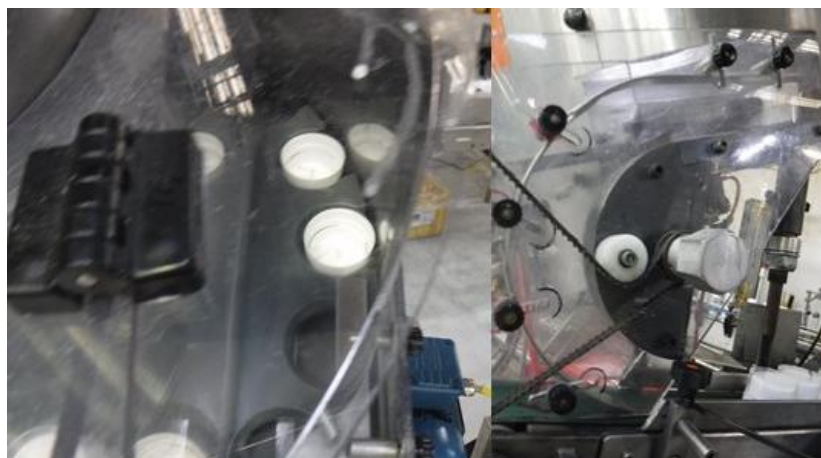


Figura 3.19 - Saída do *sorter* de tampas

Depois, seguem por um tapete colocado perpendicularmente à linha e entram na máquina das tampas que a centra com o aerossol onde vai encaixar. Quando entram na máquina, as tampas são recolhidas por copos utilizando um sistema de vácuo que as coloca no aerossol, pressionando no sentido descendente.

A seguir à máquina das tampas está uma máquina de código a jato de tinta, *Inkjet*, que marca o código de fabrico no fundo de cada aerossol, ilustrada na Figura 3.20. Este código contém informações como a data, o lote, a linha, o turno e o banho usado na sua produção.



Figura 3.20 - Máquina de código após as tampas

Depois de passarem na máquina de código, os aerossóis seguem para a fase de embalagem na máquina de filme.

A máquina de filme é polivalente, ou seja, tem a capacidade de fazer o embalagem em *packs* ou em tabuleiros. Além disto, é responsável por envolver as embalagens em filme retrátil

e transportá-las através de um forno que retrai o filme ajustando-o ao formato das embalagens e protegendo-as.

O processo produtivo desta máquina divide-se em dois métodos diferentes, *packs* de 6X1 aerossóis no embalamento de uma gama de gel de barbear e tabuleiros nas loções corporais e nas restantes gamas de gel de barbear. Os tabuleiros assumem um formato de 3X2 unidades quando os aerossóis são do diâmetro 53mm e 4X3 unidades aquando do diâmetro de 45mm, na Figura 3.21 está ilustrado o local onde se formam os conjuntos.



Figura 3.21 - Zona da máquina de filme que forma os conjuntos

Os *packs* são formados através de barras de ferro que posicionam os aerossóis em linhas de seis unidades e são enviados através de impulsos que os separam em colunas unitárias, como se observa na Figura 3.22.



Figura 3.22 - Barras de separação

Os tabuleiros são construídos pela máquina e o processo começa com o abastecimento de tabuleiros em cartão planificado. A máquina é responsável por posicionar os aerossóis em linhas de três ou quatro unidades e separar através de impulsos em duas ou três colunas, formando jogos de 3X2 ou 4X3 unidades. Enquanto são transportados até à zona de filmar, surgem os

tabuleiros em cartão por baixo de cada jogo que são dobrados e colados com a forma exigida, formando os tabuleiros.

Em seguida, entram na zona de filmar e são envolvidos num filme estirável começando e acabando na base, como consta na Figura 3.23.

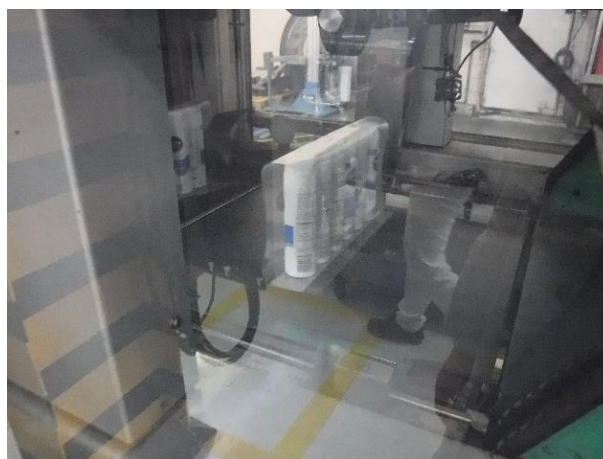


Figura 3.23 - Colocação do filme estirável

Por fim, passam pelo forno, representado na Figura 3.24.



Figura 3.24 - Saída do forno da máquina de filme

Após passarem pelo forno, as embalagens seguem para o final de linha onde são colocadas as etiquetas e realizada a paletização. Aqui, à semelhança da máquina de filme, existem dois tipos de paletização mediante a utilização de *packs* ou tabuleiros.

Os *packs* e os tabuleiros saem do forno e seguem até à máquina de etiquetas sendo colocada uma etiqueta em cada um deles, como mostra a Figura 3.25.



Figura 3.25 - Aplicação de etiquetas no final de linha

Nesta fase, após serem etiquetados, os tabuleiros são colocados nas paletes em camadas estando prontos a serem enviados para o armazém e expedidos ao cliente.

Os packs são colocados em caixas, cada caixa é constituída por quatro *packs*, que são fechadas passando pela máquina de fita cola. Para finalizar o processo, é colocada uma etiqueta em cada caixa ao passar por uma segunda máquina de etiquetas e colocado um código por cima da mesma recorrendo a uma segunda *Inkjet*, Figura 3.26. No fim da colocação do código, são colocadas em camadas nas paletes que, quando completas, são levadas por um empilhador até a uma zona fora da linha, onde é colocado a toda a volta filme estirável e por fim levadas para armazém.



Figura 3.26 - Colocação de etiqueta e código nas caixas

3.2 - Análise de Dados

O projeto iniciou com a recolha e análise de dados da LA1. Durante duas semanas foram registadas em linha, as paragens de máquinas, observadas as movimentações dos operadores e assinaladas as dificuldades em realizarem as suas tarefas diárias. Para a recolha de dados, a Colep, dispõe de um sistema *MES - Manufacturing Execution System* de recolha de dados em

tempo real através de sensores (denominado *MGpro*), que produz um relatório com os valores obtidos, que se pode observar na Figura A.1 do Anexo A. Para além do *MES*, existe um mapa no final de linha, preenchido pelo operador, com o registo, por turno, de todas as paragens e o respetivo intervalo de tempo, que se encontra na Figura A.2 do Anexo A.

De modo a verificar a autenticidade dos registos, a primeira fase de análise consistiu em cruzar os dados obtidos nas observações diárias, com os mapas de final de linha e com os relatórios do programa. A fiabilidade do relatório do *MGpro* foi comprovada, pelo que a análise da situação inicial consistiu em analisar os registos dos primeiros oito meses do ano de 2019 obtidos pelo *MGpro*.

A Figura 3.27 mostra a percentagem de OEE e os restantes elementos que o influenciam, entre os meses de janeiro de 2019 e agosto de 2019. Analisando a figura é possível identificar que as maiores causas de paragens são as perdas de velocidade, as avarias e os *setups*. Também é possível verificar que a qualidade deverá ser melhorada, uma vez que apresenta uma percentagem de sucata elevada (0.9%).

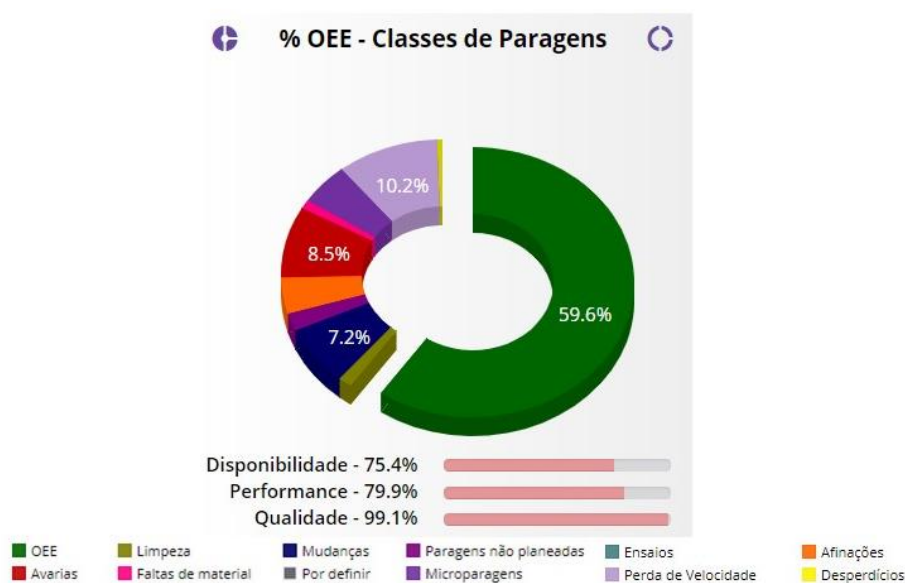


Figura 3.27 - Gráfico de perdas e OEE da linha de janeiro a agosto de 2019

Depois de encontradas as principais causas de paragens é essencial distingui-las e catalogá-las. Assim, recorrendo a uma análise ABC, Figura B.1 do Anexo B, foi possível encontrar as paragens mais significativas, onde os *setups* apresentam maior incidência, com 25.8% do tempo de linha parada, as avarias na enchedora de produto ocupam 13.2% do tempo de paragem, as paragens para refeições representam 8.5%, o banho 7% e a máquina de filme (colocação de *shrink*) 6%.

Contudo, durante o período considerado existiram melhorias implementadas na linha, nomeadamente a substituição do banho, pelo que seria importante perceber se o problema

ainda persistia ou fora resolvido. Para tal, fez-se a mesma análise ABC, mas para o período dos dois meses anteriores ao início do projeto, julho e agosto.

Como se pode observar na Figura B.2 do Anexo B, os problemas no banho reduziram (com apenas 5.1% do tempo de paragem), já os *setups* passaram a corresponder a 44.7%, a enchedora de produto a 12.7% e a máquina do filme a 11.1%.

Em relação às perdas de velocidade, o programa não regista as causas. Desta forma, foi feito um exercício de análise através da recolha de dados, que permitiu o levantamento de algumas causas prováveis tais como: paragens de uma das máquinas de cravação por acionamento do sensor que mede a pressão no aerossol, queda e acumulação de aerossóis à saída das máquinas de cravação, encravamento nos escolhedores de válvulas e tampas, troca de filme, código mal colocado no aerossol e encravamento dos aerossóis no pulmão antes das tampas.

3.3 - Análise dos problemas identificados

Na sequência dos resultados obtidos em 3.2, com a necessidade de melhorar os resultados, foi criada uma equipa de trabalho com o intuito de encontrar as causas dos problemas e oportunidades de melhoria nos equipamentos de linha. A equipa, que conta com a cooperação e envolvimento dos operadores de linha e mecânicos, desenvolveu uma análise às máquinas de cravação, às enchedoras de produto, à máquina das tampas e à máquina de filme. Em paralelo foram analisados os *setups* e as movimentações, deslocações, organização e comunicação da equipa.

A máquina de cravação foi objeto de análise devido aos dados recolhidos sobre as perdas de velocidade, que aconteciam devido a aerossóis caídos à saída da máquina. A equipa de trabalho chegou à conclusão de que o mesmo acontecia por falta de lubrificação, forçando a impulsos mais fortes por parte da roseta que transporta os aerossóis pela máquina, a Figura 3.28 mostra o local de queda dos aerossóis.



Figura 3.28 - Local de queda dos aerossóis na máquina de cravação

Além do problema de lubrificação, a máquina tinha microparagens por falta de válvulas e por paragem após ativação do sensor de medição de azoto. A falta de válvulas tinha duas causas associadas, a falta de alimentação de válvulas no elevador (que alimenta o escolhedor e por sua vez a máquina de cravação) e a dessincronização entre o tempo de colocação da válvula no aerossol e o tempo de reação do escolhedor no lançamento da válvula.

A paragem por ativação do sensor não era constante e, por isso, não se podia associar a falta de azoto como causa. Posteriormente, foi descoberto que as mesmas se deviam ao desgaste dos vedantes presentes na cabeça de cravação que efetua a medição, que como não eram trocados preventivamente ficavam em mau estado e provocavam medições incorretas.

As enchedoras de produto foram, relativamente às avarias, a principal causa de paragem na linha. Problemas como o rompimento das mangueiras de gás ou mangueiras de produto, causados pelo desgaste de trabalho sem troca preventiva, e cabeças de produto danificadas, que rompiam o topo das válvulas dos aerossóis e geravam sucata, o que acontecia por ajustes desadequados da altura das cabeças em relação aos aerossóis, que forçavam o *stem* do aerossol ou da cabeça de produto. Para além disso, também foram identificados erros na unidade de gel, que parava o enchimento dos aerossóis sem razão aparente, problema que se identificou ter como origem erros de automação na consola. Outra ocorrência que gerava avaria nas enchedoras era deixar acabar o produto no *IBC* puxando ar para a tubagem, dando origem a aerossóis com peso abaixo do pretendido.

Na procura das causas para os problemas apresentados, foram descobertas outras oportunidades de melhoria para a cabine de gás como a existência de folgas nas portas das máquinas de produto, a falta de contentores para contaminados dentro da cabine de gás e um sistema de lavagem de aerossóis insuficiente.

A máquina das tampas foi sujeita a análise apesar de não constar no topo das paragens, uma vez que existiam encravamentos que exigiam a presença de um operador dedicado para fazer o abastecimento e o desencravamento da mesma.

Os encravamentos ocorriam em três pontos distintos, no pulmão de entrada na máquina, no *sorter* das tampas e na máquina que aplicava as tampas.

O pulmão de entrada, sempre que enchia, prendia os aerossóis no sítio do estrangulamento do transportador, devido ao ângulo de entrada no mesmo, como se comprova na Figura 3.29.



Figura 3.29 - Encravamento de aerossóis na saída do pulmão

No local assinalado já se testou a implementação de cilindros pneumáticos de forma a ajudarem na separação e no deslizamento dos aerossóis, no entanto esta solução não obteve o sucesso esperado.

O *sorter* encravava em dois locais distintos, como se verifica na Figura 3.30, contudo a causa raiz era a mesma. As tampas não eram escolhidas eficazmente e entravam nas extremidades da roseta escolhedora em posições incorretas. Esta ação acontecia porque os sopradores não estavam a efetuar o seu trabalho, permitindo que as tampas fossem para o transportador que abastece a máquina aplicadora de tampas fora da configuração exigida. Em certas produções, as tampas tinham um segundo problema. Devido ao facto de ser um conjunto de tampa com atuador, por vezes, na passagem do elevador para o *sorter*, estas separavam-se, seguindo a tampa para o transportador e acumulando os atuadores na roseta, o que provocava falha no abastecimento de tampas.

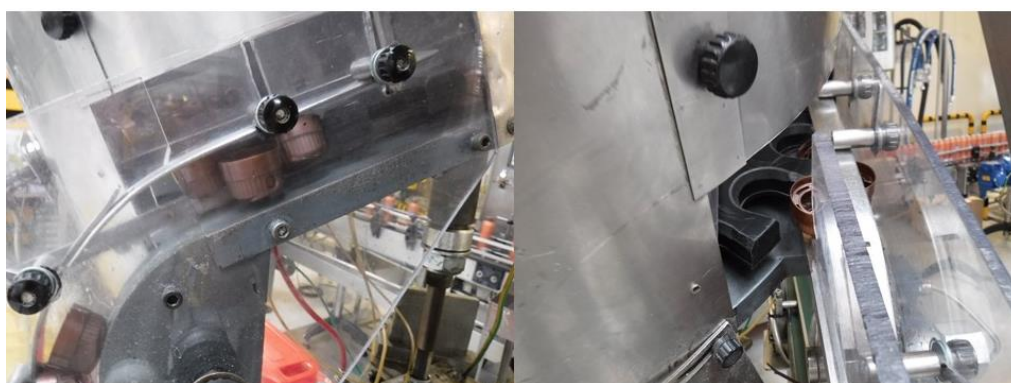


Figura 3.30 - Local de encravamento de tampas

A máquina aplicadora de tampas parava por falta de aerossóis presos no pulmão de entrada, falta de tampas devido ao encravamento do *sorter* e tampas sem atuador que não eram aplicadas, originando a saída de aerossóis sem tampas da máquina. Por outro lado, e devido à

força executada pela máquina na aplicação das tampas, era criado um desajuste na posição entre a entrada da tampa e do aerossol, como retratado na Figura 3.31.



Figura 3.31 - Acumulação de tampas no local de desajuste da posição

Tal desajuste fazia com que, mais uma vez, os aerossóis saíssem sem tampa, acumulando as tampas no interior da máquina, o que originava outra situação. As tampas rejeitadas pelos copos por vezes seguiam pela roseta que conduz os aerossóis, ficando encravadas entre a roseta que conduz os aerossóis na máquina e a roseta que é responsável por os conduzir até à saída da mesma.

Durante a análise de causas foram encontrados novos problemas como o fecho das portas da máquina que se encontrava danificado impedindo, por vezes, o arranque da mesma por questões de segurança. A existência de um sistema de automação antigo e sem ligação ao escolhedor que provocava desajustes entre o transportador das tampas e a roseta que as recebe na máquina.

A má colocação de código nos aerossóis é considerada um defeito grave. A existência de um código impresso incorretamente, na Figura 3.32 está presente um exemplo de um código mal impresso, ou mesmo a sua falta, quando uma paleta é sujeita a um controlo de qualidade, implica a verificação de toda a ordem de fabrico, um retrabalho que requer muitos recursos, tanto de operadores como de tempo.



Figura 3.32 - Exemplo de um código colocado incorretamente

Apesar de não ser conotado como avaria é uma das causas de perda de velocidade, pois assim que no final de linha é descoberto o erro, os aerossóis são retirados da embalagem já filmada e voltam para junto da máquina de código onde são limpos e colocados novamente no transportador da máquina de código. Nos dados observados, surgiu com alguma frequência e a causa mais provável é a falta de limpeza da cabeça de código.

A máquina de filme surge no topo das paragens de linha devido a erros de programação e automação que param e desconfiguram a máquina, obrigando a uma nova afinação dos parâmetros. Além destes erros, constatou-se a que falta e a troca de filme na máquina era outra causa de paragem, uma vez que a mesma apenas funcionava com um rolo de filme, apesar da sua capacidade em colocar dois rolos em simultâneo e fazer a emenda quando um deles acaba.

3.4 - Setups na LA1

A LA1 produz dois tipos de produtos, gel de barbear e loções corporais em dois diâmetros diferentes. Os *setups* na LA1 são necessários, obrigatoriamente, quando se muda de tipo de produto e/ou diâmetro. Contudo, dentro do mesmo tipo de produto existe incompatibilidades, quer de produto quer de processo, obrigando a realizar *setups* entre as produções.

Esta condição faz com que os *setups* sejam o principal motivo de paragem de linha e, como tal, foram analisados para se perceber como eram realizados.

Na LA1 existem dois tipos de *setup*, mudança de diâmetro, altura e produto (DAP) e a mudança de altura e produto (AP). Na realidade, quando se trata do AP a altura do aerossol é a mesma 173 mm, no entanto a existência ou não de *stem* faz variar o posicionamento da máquina em altura, pelo que se faz esta distinção.

Em todos os *setups*, e por se tratar de uma linha de enchimento de produtos diferentes, é sempre necessária uma limpeza e sanitização das tubagens, unidade, bombas e cabeças de produto. Esta ação é realizada pela pessoa responsável por mudar a máquina de produto e demora em média uma hora e trinta minutos (programa definido para a limpeza e sanitização). No caso de ser uma mudança de gel de barbear para loções corporais ou vice-versa, as tubagens dos dois produtos têm de ser limpas e sanitizadas, pelo que, em média, são necessárias duas horas.

No total, existem sete *setups* na linha e os mesmos podem ser consultados na Tabela 3.1, assim como as máquinas que mudam em cada um deles.

Tabela 3.1 - Diferentes mudanças na LA1

Produto	Tipo de mudança	Equipamentos a mudar
Gel barbear sem <i>stem</i> (53mm) - Gel de barbear com <i>stem</i> (53mm)	AP	Máquina de cravação; Máquina de produto Máquina de tampas Máquina de filme Final de linha
Gel barbear sem <i>stem</i> (53mm) - Loções corporais (53mm)	AP	Máquina de cravação Máquina de produto Máquina de tampas Máquina de filme Final de linha
Gel barbear com <i>stem</i> (53mm) - Loções corporais (53mm)	AP	Máquina de cravação Máquina de produto Máquina de tampas
Gel barbear (45mm) - Loções corporais (53mm) / Gel barbear (45mm) - Gel de barbear sem <i>stem</i> (53mm) / Gel barbear (45mm) - Gel de barbear com <i>stem</i> (53mm)	DAP	Máquina de cravação Máquina de produto Balança Banho Máquina de tampas Máquina de filme Final de linha

O *setup* AP demorava, em média, três horas e trinta minutos a ser realizado e o DAP demorava, em média, quatro horas a ser realizado. Além do tempo elevado de *setup*, em comparação com outras linhas, existia a dependência do mecânico na realização das tarefas do *setup*.

Para se perceber o porquê do elevado tempo de *setup*, fez-se o acompanhamento, através da gravação em vídeo, de dois *setups*, um de cada tipo. O *setup* AP escolhido foi de creme para gel de barbear sem *stem*, o produto mais recente na linha. Já o DAP foi desse mesmo gel de barbear sem *stem* para gel de barbear com *stem*. Esta decisão foi tomada tendo em conta dois fatores, a possibilidade de conseguir ver a mudança para as três famílias de produtos na linha e acompanhar a mudança de e para o gel de barbear sem *stem*, uma vez que, para além de ser o mais recente e por isso menos experimentado, era o que se esperava realizar mais vezes.

No AP, a equipa de operadores, constituída por três operadores e o supervisor começou por ir recolher as ferramentas necessárias para a produção seguinte aos armários onde estas se encontravam. De seguida, cada pessoa dirigiu-se à máquina que estava responsável de mudar.

As tarefas do supervisor durante a mudança consistiam em trocar as cabeças três, quatro e cinco da máquina de cravação, acertar a altura da máquina e os parâmetros da cravação. A troca das cabeças era realizada retirando a cabeça e desmontando-a. Em seguida, trocava as peças necessárias e voltava a colocar. Depois de finalizar e arrancar com a máquina, foi acertar os sistemas anti-erro (*poka-yoke*) da cravação e banho, assim como acertar a altura do banho.

A maquinista foi responsável por realizar a limpeza e sanitização que consistia na realização de um CIP (*clean in place* - limpeza de circuito fechado) externo e um interno às tubagens das loções corporais e de dois CIP interno e um externo às tubagens do gel de barbear, uma vez que a mudança era de tipo de produto e as duas tubagens eram utilizadas.

O primeiro CIP externo, realizado com água a 85°C, é responsável por limpar as tubagens das loções. Em seguida, fez-se o CIP interno que, para além de passar nas tubagens, fez a limpeza das bombas e das cabeças de produto, saindo pelas cabeças para aparadeiras. Depois, foi passada água fria pelo circuito do CIP interno fez-se o controlo da água para perceber se a mesma se encontrava limpa.

Após limpeza da tubagem das loções, foi feita a limpeza da tubagem que iria ser utilizada na produção seguinte começando com um CIP interno que limpou a tubagem e a unidade de gel, percorrendo um circuito na parte superior da unidade e limpando através de *Spray ball*. De seguida, foi realizado um CIP externo que limpa a unidade, mas por um circuito que passou na parte inferior da mesma. Aqui, ainda se realizou um segundo CIP interno e passou água fria num processo igual ao das loções corporais.

Por fim, acertou a altura das cabeças de produto, ajustou o peso do produto a colocar nos aerossóis e fez o arranque das máquinas.

A tampeira mudou a roseta e acertou os sopradores do escolhedor de tampas. Em seguida, ajustou a altura e a largura do transportador de tampas até à máquina e começou a trocar a roseta das tampas. Seguidamente, trocou os copos das loções pelos copos do gel, acertou a altura da máquina, fez o arranque e, por fim, acertou o *poka-yoke* de saída da máquina. Finalizou ao mudar a máquina de código.

O final de linha mudou as ferramentas da máquina de filme, trocando as ferramentas de tabuleiros para packs, acertou os volantes com os valores definidos, as guias e trocou o filme. Depois, na consola, fez o ponto à máquina e arrancou. Por fim, mudou o final de linha para contemplar caixas e acertou as guias, a máquina de código e a máquina de etiquetas.

Com a recolha de dados foi possível observar que o tempo de mudança de máquina,

Tabela 3.2, é inferior ao tempo médio de mudanças AP. No entanto, são necessárias várias afinações que no momento da filmagem eram efetuadas à medida que os aerossóis iam chegando à máquina.

Tabela 3.2 - Tempos de tarefa recolhidos na mudança AP

Máquina	Tempo	Responsável
Máquinas de cravação	54 min	Supervisor
Máquinas de produto	154 min	Maquinista
Máquina de tampas	63 min	Tampeira + Mecânico
Máquina de filme	94 min	Final de linha
Final de linha	25 min	Final de linha
Afinações das máquinas de produto e acerto de peso	24 min	Maquinista + Supervisor
Afinações da máquina das tampas	14 min	Tampeira + Mecânico
Afinações da máquina de filme	23 min	Supervisor
Afinações de final de linha	12 min	Final de linha

O DAP demora mais tempo que o AP, uma vez que, para além da limpeza e sanitização, a pessoa que muda as máquinas de produto tem de trocar as ferramentas de máquina e não o conseguia fazer enquanto o processo de sanitização decorria, já que na limpeza das cabeças de produto sai para uma aparadeira colocada em cima da roseta da máquina, água a 85°C.

O DAP, nas filmagens, começou da mesma forma que o AP, com os colaboradores a irem procurar as ferramentas necessárias e a dirigirem-se para a respetiva máquina.

O supervisor começou na máquina de cravação e trocou, para além das cabeças três, quatro e cinco, a roseta e as guias dos aerossóis. Acertou a altura, o *poka-yoke* e fez o arranque. De seguida, ajustou os transportadores até à máquina de produto e seguiu para trocar a roseta da balança, ajustar os parâmetros de pesagem e acertar as guias dos transportadores até ao banho. No banho, trocou todas as ferramentas existentes na entrada, guias, rosetas, sem fim e rabo de peixe. Acertou a altura do banho, dos sopradores e do *poka-yoke* e fez o arranque, finalizando a sua mudança. Como acabou o seu trabalho antes do tempo total da mudança, acertou a altura da lavagem dos aerossóis à saída da máquina de produto e auxiliou a mudança no filme.

A maquinista fez a limpeza e sanitização das máquinas de produto e, como era uma mudança de gel de barbear para gel de barbear fez o procedimento que consistia em dois CIP interno e um CIP externo, acabando com a passagem de água fria e fazendo o controlo da água.

Após a sanitização, trocou as ferramentas das máquinas, rosetas e guias, colocou as cabeças de produto da nova produção, acertou a altura das cabeças, os pesos dos aerossóis e fez o arranque.

A tampeira trocou a roseta e acertou os sopradores do escolhedor. Ajustou o transportador que leva as tampas até à máquina e trocou todas as ferramentas da máquina, sem fim de entrada, rosetas de entrada e saída dos aerossóis, roseta das tampas, roseta e guias dos aerossóis e copos de vácuo. Por fim, acertou a altura, ajustou o *poka-yoke* e fez o arranque da máquina. Terminou a sua mudança ao mudar o código que vai ser impresso nos aerossóis.

O final de linha mudou novamente todas as ferramentas da máquina de filme, colocando as de tabuleiros 4X3 unidades e voltou a acertar os volantes, guias e a fazer o ponto na consola. Em seguida, carregou a máquina com tabuleiros, trocou o filme e foi mudar o final de linha.

Com a recolha de dados foi possível observar que, mais uma vez, o tempo de mudança de máquina, Tabela 3.3, é inferior ao tempo médio de mudança de DAP, uma vez que para além de um processo mais demorado por parte do maquinista, são necessárias várias afinações que no momento da filmagem foram efetuadas em série, à medida que os aerossóis iam chegando às máquinas.

Tabela 3.3 - Tempos contabilizados para uma mudança DAP

Máquina	Tempo	Responsável
Máquinas de cravação	53 min	Supervisor
Máquinas de produto	210 min	Maquinista
Balança	7 min	Supervisor
Banho	21 min	Supervisor
Máquina de tampas	93 min	Tampeira + Mecânico
Máquina de filme	94 min	Final de linha
Final de linha	19 min	Final de linha
Afinações das máquinas de produto e acerto de peso	28 min	Maquinista + Supervisor
Afinações da máquina das tampas	18 min	Tampeira + Mecânico
Afinações da máquina de filme	21 min	Supervisor
Afinações de final de linha	8 min	Final de linha

4. Soluções implementadas e resultados obtidos

Após a identificação dos problemas e causas de paragens no capítulo três, foram desenvolvidas propostas, apresentadas soluções e implementadas ações para a sua resolução. De modo a melhorar o tempo de *setup*, foi usada a ferramenta *SMED*. As restantes melhorias foram implementadas usando o PDCA como ferramenta de organização e seguimento de ações. Foi ainda implementada na linha, a ferramenta 5S (parte integrante da implementação do nível 2 do OneColep Diário).

Neste capítulo será ainda abordado o trabalho de suporte na normalização num projeto piloto de manutenção autónoma na LA5.

4.1 - Aplicação dos 5S

As observações diárias expuseram uma organização e comunicação menos eficaz da equipa. Constituída recentemente, março de 2019, e em processo de implementação do nível 1 do modelo OneColep Diário, a equipa tinha a necessidade de melhorar o fluxo de informação e redefinir o espaço de trabalho. Assim, a equipa concluiu com sucesso a implementação do nível 1 e iniciou o nível 2, organização do espaço de trabalho.

Para tal, foi utilizada a ferramenta 5S que começou com uma formação elucidativa do conceito, de como aplicar e quais as vantagens. No fim da formação, foi iniciado o primeiro S.

- **Etapa 1:** Separação dos materiais existentes nas mesas de apoio, armários, ferramentas de máquina, ferramentas de apoio, do material de limpeza e dos carros de apoio à produção. Recorrendo ao uso de três caixas, todo o material foi dividido e classificado mediante a sua utilização como: uso sempre, uso às vezes e nunca uso, como mostra a Figura 4.1;



Figura 4.1 - Segregação dos materiais em caixas

- **Etapa 2:** A segunda etapa consistiu em localizar os materiais pela ordem de utilização. Os classificados de nunca uso, saíram da linha de produção e foram entregues à manutenção para fazer uma triagem antes de seguirem para o lixo. O material de uso esporádico foi separado em linha e colocado em armazém de componentes e armários de linha mediante a frequência e o tamanho dos objetos. O material catalogado como uso sempre ficou na linha de produção, sendo redefinidos os locais para esse material. Nesta segunda etapa, os armários e alguns carros de apoio à produção foram remodelados estruturalmente para permitir a realocação dos materiais de uso diário, como se pode observar na Figura 4.2 e na Figura 4.3.



Figura 4.2 - Mudança da estrutura da mesa de maquinista



Figura 4.3 - Reestruturação de carrinhos de apoio

Por fim, definiu-se os locais para a colocação dos carros de apoio com componentes de produção, aerossóis vazios, válvulas, tampas, tabuleiros e atuadores quando aplicável, quadro diário, armários e mesas de apoio;

- **Etapa 3:** A linha de produção e a equipa foram divididas em dois grupos. Um grupo ficou responsável pela limpeza do pavimento, das ferramentas e das máquinas até ao início do banho e o outro grupo limpou do banho até ao final de linha, como se observa na Figura 4.4.



Figura 4.4 - Limpeza da LA1

- **Etapa 4:** A etapa 4 consistiu em normalizar as alterações definidas na etapa 2. Inicialmente definiu-se um código de cores para os materiais a serem identificados, como se observa na Figura C.1 do Anexo C. Depois, foi marcado e identificado, no chão, o local para os carros e mesas de apoio que também foram identificados conforme a sua utilização, por exemplo carro de tampas, carro das válvulas, mesa de maquinista, a Figura 4.5 evidencia algumas marcações.



Figura 4.5 - Exemplos de algumas marcações efetuadas

- **Etapa 5:** Na última etapa, e de modo a manter a organização e no sentido de criar uma cultura de trabalho, foi desenvolvido um *Kamishibai* de 5S, onde as perguntas podem ser consultadas no Anexo E, criado um sistema de etiquetas de levantamento de ocorrências de situações de não conformidades relacionadas com os 5S, que podem ser vistas na Figura C.2 do Anexo C, e criou-se um quadro de projetos que contempla os 5S, um diagrama de *Ishikawa* para encontrar causas raiz do problemas e outros projetos em desenvolvimento na LA1, retratado na Figura 4.6.



Figura 4.6 - Quadro de projetos

4.2 - Aplicação do SMED

Os setups, identificados como a maior causa de paragem de linha e consequentemente perda de OEE, foram analisados recorrendo à metodologia do SMED.

Como descrito na secção 3.4 do capítulo 3, o primeiro passo para a análise da situação inicial foi a filmagem de dois *setups*. A visualização das imagens recolhidas permitiu chegar à conclusão de que o *bottleneck* na realização das mudanças era a máquina de produto, que demorava 154 minutos na mudança AP e 210 minutos na DAP. Todas as outras máquinas têm

folga de tempo. No entanto, o processo de afinação e arranque elevava o tempo total de *setup* para 240 minutos em DAP e 210 minutos em AP.

Assim, o objetivo passou por fazer com que ambos os *setups* terminassem dentro do tempo estabelecido para as máquinas de produto de 154 minutos. Contudo, o processo de troca de ferramentas e limpeza nas máquinas de produto era passível de ser melhorado, pelo que se estabeleceu um objetivo de 120 minutos.

A aplicação da metodologia seguiu as etapas seguintes:

- **Etapla preliminar:** A etapa consistiu em analisar as filmagens e registar as tarefas com os respetivos tempos de execução, numa folha como sem verifica na Figura 4.7, e as movimentações dos operadores, através de diagramas de *spaghetti* como se observa na Figura 4.8;

REGISTO DE SETUP														
Unidade	PLANTADOR (D)	PRODUTÃO	Creme E45 53X353 200ml										DATA	
Máquina	PLANTADOR (D)	PRODUTÃO	Creme E45 53X353 200ml										RESPONSÁVEL	
Atividade	PLANTADOR (D)	PRODUTÃO	Níveis 53X373 200ml											
Nº	ATIVIDADE	TEMPO (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Desmontar a máquina de produção e fazer a limpeza	00:00	00:04											
2	Limpar a máquina de produção	00:04	00:06											
3	Verificar a máquina de produção	00:06	00:07											
4	Fazer a limpeza	00:07	00:08											
5	Montar a máquina de produção	00:08	00:09											
6	Aplicar a máquina de produção	00:09	00:10											
7	Aplicar a máquina de produção	00:10	00:11											
8	Aplicar a máquina de produção	00:11	00:12											
9	Aplicar a máquina de produção	00:12	00:13											
10	Aplicar a máquina de produção	00:13	00:14											
11	Aplicar a máquina de produção	00:14	00:15											
12	Aplicar a máquina de produção	00:15	00:16											
13	Aplicar a máquina de produção	00:16	00:17											
14	Aplicar a máquina de produção	00:17	00:18											
15	Aplicar a máquina de produção	00:18	00:19											
16	Aplicar a máquina de produção	00:19	00:20											
17	Aplicar a máquina de produção	00:20	00:21											
18	Aplicar a máquina de produção	00:21	00:22											
19	Aplicar a máquina de produção	00:22	00:23											
20	Aplicar a máquina de produção	00:23	00:24											
21	Aplicar a máquina de produção	00:24	00:25											
22	Aplicar a máquina de produção	00:25	00:26											
23	Aplicar a máquina de produção	00:26	00:27											
24	Aplicar a máquina de produção	00:27	00:28											
25	Aplicar a máquina de produção	00:28	00:29											
26	Aplicar a máquina de produção	00:29	00:30											
27	Aplicar a máquina de produção	00:30	00:31											
28	Aplicar a máquina de produção	00:31	00:32											
29	Aplicar a máquina de produção	00:32	00:33											
30	Aplicar a máquina de produção	00:33	00:34											
31	Aplicar a máquina de produção	00:34	00:35											
32	Aplicar a máquina de produção	00:35	00:36											
33	Aplicar a máquina de produção	00:36	00:37											
34	Aplicar a máquina de produção	00:37	00:38											
35	Aplicar a máquina de produção	00:38	00:39											
36	Aplicar a máquina de produção	00:39	00:40											
37	Aplicar a máquina de produção	00:40	00:41											
38	Aplicar a máquina de produção	00:41	00:42											
39	Aplicar a máquina de produção	00:42	00:43											
40	Aplicar a máquina de produção	00:43	00:44											
41	Aplicar a máquina de produção	00:44	00:45											
42	Aplicar a máquina de produção	00:45	00:46											
43	Aplicar a máquina de produção	00:46	00:47											
44	Aplicar a máquina de produção	00:47	00:48											
45	Aplicar a máquina de produção	00:48	00:49											
46	Aplicar a máquina de produção	00:49	00:50											
47	Aplicar a máquina de produção	00:50	00:51											
48	Aplicar a máquina de produção	00:51	00:52											
49	Aplicar a máquina de produção	00:52	00:53											
50	Aplicar a máquina de produção	00:53	00:54											
51	Aplicar a máquina de produção	00:54	00:55											
52	Aplicar a máquina de produção	00:55	00:56											
53	Aplicar a máquina de produção	00:56	00:57											
54	Aplicar a máquina de produção	00:57	00:58											
55	Aplicar a máquina de produção	00:58	00:59											
56	Aplicar a máquina de produção	00:59	01:00											
57	Aplicar a máquina de produção	01:00	01:01											
58	Aplicar a máquina de produção	01:01	01:02											
59	Aplicar a máquina de produção	01:02	01:03											
60	Aplicar a máquina de produção	01:03	01:04											
61	Aplicar a máquina de produção	01:04	01:05											
62	Aplicar a máquina de produção	01:05	01:06											
63	Aplicar a máquina de produção	01:06	01:07											
64	Aplicar a máquina de produção	01:07	01:08											
65	Aplicar a máquina de produção	01:08	01:09											
66	Aplicar a máquina de produção	01:09	01:10											
67	Aplicar a máquina de produção	01:10	01:11											
68	Aplicar a máquina de produção	01:11	01:12											
69	Aplicar a máquina de produção	01:12	01:13											
70	Aplicar a máquina de produção	01:13	01:14											
71	Aplicar a máquina de produção	01:14	01:15											
72	Aplicar a máquina de produção	01:15	01:16											
73	Aplicar a máquina de produção	01:16	01:17											
74	Aplicar a máquina de produção	01:17	01:18											
75	Aplicar a máquina de produção	01:18	01:19											
76	Aplicar a máquina de produção	01:19	01:20											
77	Aplicar a máquina de produção	01:20	01:21											
78	Aplicar a máquina de produção	01:21	01:22											
79	Aplicar a máquina de produção	01:22	01:23											
80	Aplicar a máquina de produção	01:23	01:24											
81	Aplicar a máquina de produção	01:24	01:25											
82	Aplicar a máquina de produção	01:25	01:26											
83	Aplicar a máquina de produção	01:26	01:27											
84	Aplicar a máquina de produção	01:27	01:28											
85	Aplicar a máquina de produção	01:28	01:29											
86	Aplicar a máquina de produção	01:29	01:30											
87	Aplicar a máquina de produção	01:30	01:31											
88	Aplicar a máquina de produção	01:31	01:32											
89	Aplicar a máquina de produção	01:32	01:33											
90	Aplicar a máquina de produção	01:33	01:34											
91	Aplicar a máquina de produção	01:34	01:35											
92	Aplicar a máquina de produção	01:35	01:36											
93	Aplicar a máquina de produção	01:36	01:37											
94	Aplicar a máquina de produção	01:37	01:38											
95	Aplicar a máquina de produção	01:38	01:39											
96	Aplicar a máquina de produção	01:39	01:40											
97	Aplicar a máquina de produção	01:40	01:41											
98	Aplicar a máquina de produção	01:41	01:42											
99	Aplicar a máquina de produção	01:42	01:43											
100	Aplicar a máquina de produção	01:43	01:44											
101	Aplicar a máquina de produção	01:44	01:45											
102	Aplicar a máquina de produção	01:45	01:46											
103	Aplicar a máquina de produção	01:46	01:47											
104	Aplicar a máquina de produção	01:47	01:48											
105	Aplicar a máquina de produção	01:48	01:49											
106	Aplicar a máquina de produção	01:49	01:50											
107	Aplicar a máquina de produção	01:50	01:51											
108	Aplicar a máquina de produção	01:51	01:52											
109	Aplicar a máquina de produção	01:52	01:53											
110	Aplicar a máquina de produção	01:53	01:54											
111	Aplicar a máquina de produção	01:54	01:55											
112	Aplicar a máquina de produção	01:55	01:56											
113	Aplicar a máquina de produção	01:56	01:57											
114	Aplicar a máquina de produção	01:57	01:58											
115	Aplicar a máquina de produção	01:58	01:59											
116	Aplicar a máquina de produção	01:59	02:00											
117	Aplicar a máquina de produção	02:00	02:01											
118	Aplicar a máquina de produção	02:01	02:02											
119	Aplicar a máquina de produção	02:02	02:03											
120	Aplicar a máquina de produção	02:03	02:04											
121	Aplicar a máquina de produção	02:04	02:05											
122	Aplicar a máquina de produção	02:05	02:06											
123	Aplicar a máquina de produção	02:06	02:07											
124	Aplicar a máquina de produção	02:07	02:08											
125	Aplicar a máquina de produção	02:08	02:09											
126	Aplicar a máquina de produção	02:09	02:10											
127	Aplicar a máquina de produção	02:10	02:11											

tarefas internas e a cor de laranja para tarefas externas, como se atenta na Figura 4.9;

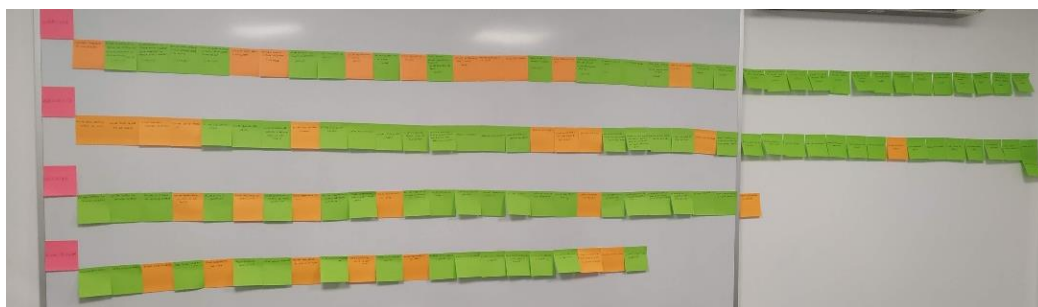


Figura 4.9 - Divisão das tarefas em internas e externas

Após a divisão das tarefas, é altura de as separar. As tarefas externas, que eram feitas com a linha parada, foram puxadas para os extremos da linha cronológica, passando a ser realizadas antes de iniciar o *setup* ou após o arranque da linha, como se percebe na Figura 4.10.



Figura 4.10 - Separação das tarefas internas e externas

Reunir as ferramentas da produção seguinte antes do *setup* iniciar e limpar e guardar as ferramentas da produção anterior após o arranque são dois exemplos de tarefas que foram puxadas para os extremos.

Os tempos previstos na execução das tarefas por parte de cada colaborador após esta etapa estão ilustrados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Tempos de *setup* após divisão das tarefas

DAP		AP	
Operador	Tempo (minutos)	Operador	Tempo (minutos)
Supervisor	103	Supervisor	46
Maquinista	156	Maquinista	132
Tampeira	90	Tampeira	65
Final de linha	102	Final de linha	96

- **Converter trabalho interno em externo:** Após a separação das tarefas, o *setup* foi revisto novamente de modo a perceber se existia possibilidade de transformar alguma tarefa interna em externa, pelo que se alteraram duas tarefas.

A primeira a ser identificada foi os retornos de componentes, como aerossóis e válvulas, que eram efetuados já depois do final de linha dar como terminada a produção, apesar da mesa de alimentação ter deixado de ser abastecida cerca de 12 min antes. Assim, foi criada uma zona própria para retornos na fábrica que permite que a tarefa de retornar estes componentes possa ser realizado com a linha ainda em produção, ilustrada na Figura 4.11.

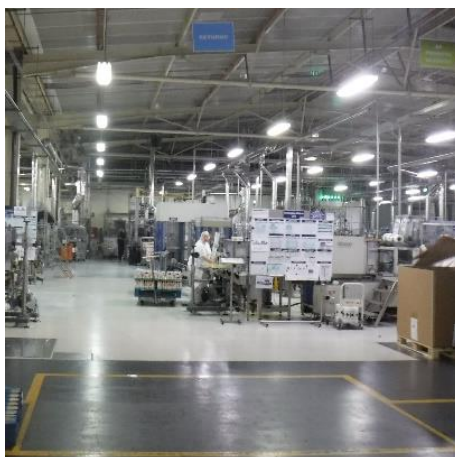


Figura 4.11 - Zona de retornos

A segunda foi não esperar o fim da produção para todos os operadores iniciarem a mudança de máquinas, assim, à medida que a linha ia esvaziando e a máquina ficava livre o operador dava início à sua mudança.

- **Reduzir o número de tarefas internas e externas:** Na última fase de análise e discussão de tarefas foram aplicadas soluções que, para além de reduzir o número de tarefas a realizar, aumentaram a qualidade e reduziram o tempo de realização de outras tarefas.

A colocação de réguas, elementos de controlo e *centrelines* por toda a linha, assim como a marcação do final de linha, permitiu acelerar o ajuste de alturas de máquinas, de *poka-yokes* e largura de guias, reduzindo o número de afinações, observados na Figura 4.12.



Figura 4.12 - Exemplos de réguas, centrelines e elementos de controlo

O controlo de qualidade da cravação e medição do azoto, que inicialmente se encontrava na mesa de maquinista junto à cabine de gás, foi colocado junto às máquinas de cravação, evitando deslocações enquanto se acertava e conferia os parâmetros da cravação, como se comprova com a Figura 4.13.



Figura 4.13 - Controlo de parâmetros de cravação junto à máquina

Foram colocados mais de cem apertos rápidos em toda a linha, o que reduziu o número de ferramentas de apoio utilizadas, como chaves de boca ou chaves de *umbrak*. A Figura 4.14 expõe alguns exemplos de apertos rápidos.



Figura 4.14 - Exemplos de apertos rápidos colocados na linha

As ferramentas de máquinas e de apoio deixaram de estar todas juntas num armário de linha e foram realocadas junto da máquina onde são necessárias. As ferramentas de apoio foram colocadas dentro da própria máquina, como se observa na Figura 4.15.



Figura 4.15 - Colocação de ferramentas junto das máquinas

Além da implementação das melhorias anteriores, era importante garantir que a divisão de tarefas estava equilibrada pelos operadores e permitia que a sua mudança fosse inferior ao valor do objetivo de 120 minutos. Para isso, utilizando equipa base de 3 operadores e supervisor, foram criados fluxos de *setup* para mudanças AP e DAP, que podem ser consultados na Figura D.1, Figura D.2, Figura D.3 e Figura D.4 do Anexo D.

Os fluxos foram testados e os tempos médios de mudança para cada operador em cada mudança ficaram abaixo ou igual ao objetivo, como indica a Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Tempos médios de mudança após SMED

DAP		AP	
Operador	Tempo (minutos)	Operador	Tempo (minutos)
Supervisor	90	Supervisor	30
Maquinista	120	Maquinista	120
Tampeira	85	Tampeira	75
Final de linha	85	Final de linha	70

Os tempos de *setup* obtidos no fim da aplicação do SMED permitem que a mudança de AP possa ser realizada apenas com três operadores e mesmo assim ficar dentro do tempo estabelecido, pelo que foi criado um segundo fluxo, utilizado quando há a necessidade de realizar o *setup* apenas com três pessoas.

Por fim, para garantir a continuidade do sucesso do projeto de SMED foi criado um *Kamishibai* de SMED, que pode ser consultado no Anexo F.

4.3 - Soluções Implementadas Para Reduzir as Perdas de Velocidade e Avarias

De forma a melhorar os indicadores, foram sugeridas soluções para melhorar a eficiência da linha. Todavia, nem todas puderam ser implementadas durante o período de tempo do projeto da dissertação ficando estas ações registradas em PDCA, de modo a ser garantida a sua execução no futuro próximo.

Relativamente às ações que foram implementadas durante a fase do projeto, estas são apresentadas de seguida:

- **Máquina de cravação:** Para resolver os problemas na máquina de cravação foram implementadas duas ações. Uma foi a substituição do método de lubrificação da máquina. Deixou de ser usada a lubrificação por copo de óleo e passou a existir uma ligação da máquina ao sistema de lubrificação central da linha, eliminando o problema de queda dos aerossóis por falta de lubrificação. A situação do tempo desajustado entre o lançamento da válvula e a entrada no aerossol foi resolvido com uma afinação aos valores do micro (mecanismo que controla o lançamento da válvula) do escolhedor de válvulas;
- **Máquina de produto:** Na máquina de produto foi executada a proposta de melhoria da lavagem dos aerossóis, que consistia em duplicar o sistema de lavagem automático, ou seja, passar de um para dois sopradores e criar um sistema de lavagem manual, retratado na Figura 4.16.



Figura 4.16 - Sistema de lavagem dos aerossóis

Foram colocados dois contentores de resíduos contaminados (um em cada máquina) e um suporte para papel absorvente, expostos na Figura 4.17.



Figura 4.17 - Contentores de resíduos e suporte de papel absorvente na Cabine de Gás

O problema de a consola entrar em erro foi resolvido pelo departamento de engenharia. Por fim, aproveitando uma semana em que a linha esteve parada, foi feita uma revisão geral às cabeças e às mangueiras de produto, bem como se resolveu o problema das portas folgadas;

- **Zona dos contentores IBC:** Na zona dos contentores foram adicionados dois contentores de resíduos contaminados, um para os sacos e outro para o papel absorvente, diminuindo o número de viagens que o operador fazia até ao depósito dos sacos, fora da linha, sempre que se trocava de IBC. Aqui, como o espaço entre o contentor e a linha é reduzido e o operador tem de engatar a mangueira de produto no contentor, foi criada uma proteção em acrílico impedindo o embate do operador com as costas nas guias e nos apertos dos transportadores da linha. A Figura 4.18 mostra as diferenças na zona dos contentores.



Figura 4.18 - Melhorias na zona dos IBC

- **Máquina das tampas:** Nesta máquina, para tentar resolver os problemas de encravamento, foi realizado um investimento relevante ao nível da automação com a substituição do controlador da máquina. O novo controlador, exibido na Figura 4.19, dotado da capacidade de construção de programas individuais para cada tipo de produto é capaz de controlar as velocidades dos transportadores do *sorter* e da máquina, eliminando os erros de desajustes na entrada das tampas na máquina. Para além disto, este novo sistema emite um sinal luminoso sempre que o escolhedor precisa de ser abastecido com tampas.



Figura 4.19 - Controlador da máquina das tampas

No *sorter* foi substituído o sistema de sopradores, permitindo agora regular e registar o valor de cada soprador. Esta troca, além de melhorar o processo de escolha de tampas, também facilita o *setup*. A Figura 4.20 ilustra os novos sopradores e os parâmetros a considerar para as diversas produções.



Figura 4.20 - Novos sistemas de sopradores do sorter das tampas

Na máquina também foi colocado um rejeitador de tampas que impede que as mesmas se acumulem na máquina ou sigam pela roseta e provoquem encravamentos, como se comprova na Figura 4.21.

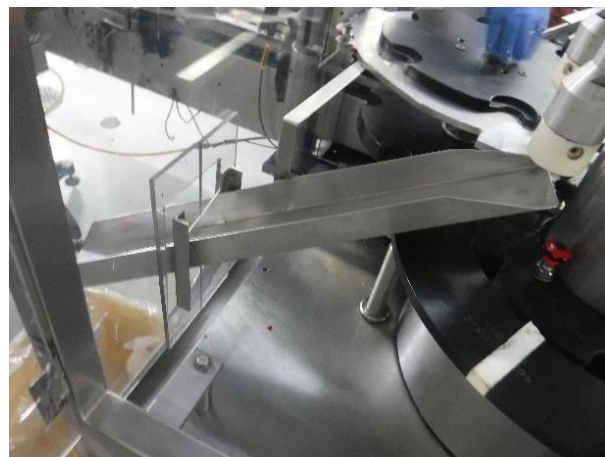


Figura 4.21 - Rejeitador de tampas

Por fim, foram substituídas as seguranças nas portas da máquina de tampas, pelo que a mesma já não impede o arranque com o aviso de porta aberta.

- **Máquina de filme:** Para a resolução dos problemas de automação na máquina de filme, contactou-se o fabricante da mesma que se dirigiu à Colep para resolver os problemas, contudo, sem sucesso por parte da entidade externa, pelo que os problemas continuam, tendo sido iniciados contactos com outras empresas no sentido de encontrar uma solução.

A colocação em funcionamento de dois rolos de filme e a calibração do sensor de final de filme foram realizadas permitindo a troca de filme sem a necessidade de parar a máquina, como se percebe na Figura 4.22.



Figura 4.22 - Colocação de dois rolos de filme em simultâneo

4.4 - Propostas de Soluções Não Implementadas

Como referido anteriormente, nem todas as soluções encontradas conseguiram ser implementadas. Por falta de recursos, mão de obra e/ou conhecimento especializado do equipamento, por necessidade de investimento e não ser passível de ser feito no período do projeto, a resolução de determinados problemas ficou agendada em plano de ação.

Assim, as propostas de melhoria que não puderam ser implementadas no período da realização da dissertação foram:

- Implementação de manutenção preventiva e preditiva para evitar que o material de desgaste rápido como vedantes, *o-rings*, mangueiras, entre outros, se degrade ao ponto de provocar avarias nas máquinas. A solução passaria por definir quais os componentes de desgaste e analisar o histórico da troca destes componentes, criando uma rotina de troca dos mesmos.
- Implementação de um sistema de *andons*, sistema de gestão visual automático (com recurso a sensores e atuadores) através de luzes com cores diferentes em que cada cor corresponde a um aviso de uma tarefa que terá de ser executada. Tarefas como abastecimento de linha (aerossóis, válvulas, tampas e filme), aviso de paragem de máquinas (por encravamento da máquina ou de máquinas anteriores impedindo a passagem do material para a operação seguinte).

4.5 - Gestão Visual e Normalização da Manutenção Autónoma

Uma das causas mais comuns de avarias é a não execução de manutenção preventiva aos equipamentos, de forma estruturada. Uma vez que a LA5 estava com um projeto de manutenção autónoma a ser implementado, considerou-se importante o acompanhamento deste mesmo projeto, uma vez que toda a aprendizagem poderia ser transversal e aplicada à LA1.



Figura 4.25 - Quadro de acompanhamento de TPM

4.6 - Resultados Obtidos na LA1

Os resultados obtidos na LA1 atingiram os objetivos propostos no início do projeto.

Os *setups* conseguem agora realizar-se num tempo total de 120 minutos. Para além do objetivo de tempo que foi alcançado, outro feito proveniente da visualização repetida dos vídeos, da formação e do treino em linha foi atingido. Neste momento, os operadores da LA1 conseguem fazer as mudanças sem a necessidade da presença do mecânico e, o supervisor é capaz e autónomo de afinar todas as máquinas existentes na linha, resolvendo possíveis problemas de arranque das máquinas.

Com a diminuição do tempo de *setup*, e com o mesmo número de *setups* mensais, a disponibilidade da linha aumentou 10%.

A aplicação de melhorias nas diversas máquinas permitiu reduzir as avarias de 8.5% para 3.7%.

As perdas de qualidade foram reduzidas para um valor médio mensal de 0.5% devido aos melhores arranques de produção após *setup*, à redução das avarias nas máquinas de produto e à formação dos operadores para não deixarem acabar o produto nos *IBC*, prevenido a entrada de ar na unidade e a geração de sucata por falta de peso nos aerossóis.

As perdas de velocidade baixaram de 10.8% para 10.5%, no entanto com a conjugação da melhoria dos indicadores que influenciam o *OEE* foi possível aumentar o mesmo para 71.7%, como se confirma na Figura 4.26, fechando o ano com uma média de 63.5%.

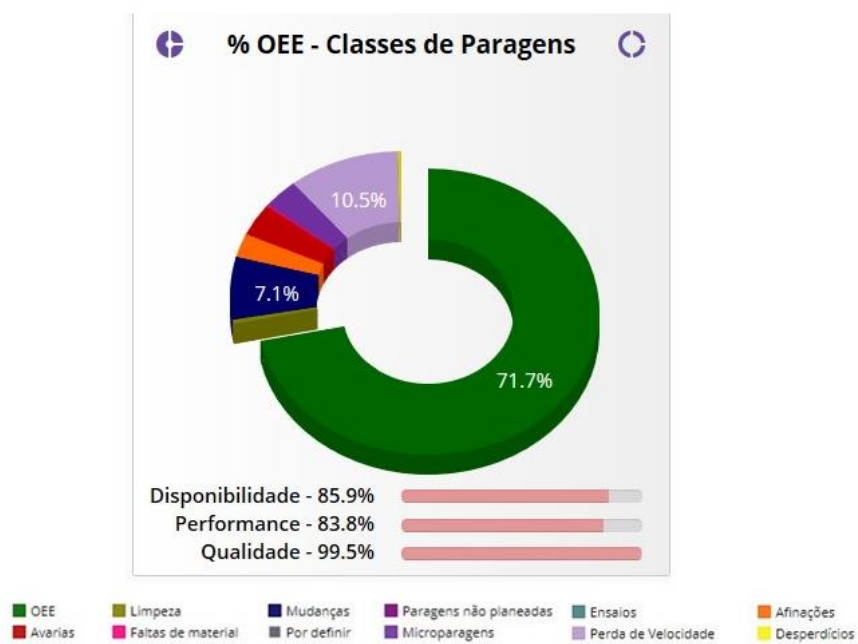


Figura 4.26 - OEE obtido no fim do projeto

5. Conclusões e trabalhos futuros

O projeto da LA1 nasceu da necessidade de criar bases de sustentabilidade para quem lá trabalha. Tratando-se da linha que começou o enchimento de um novo produto em 2019 e que espera introduzir um outro em 2020, aliado ao facto de a equipa ter pouca experiência conjunta e conhecimento do processo, surgiu a necessidade de introduzir melhorias e resolver problemas que estavam a diminuir a sua eficiência.

O objetivo do projeto consistiu no aumento da eficiência da linha e na redução da sucata gerada. Este projeto envolveu o levantamento e análise de dados (situação inicial), identificação de desperdícios e problemas e, por fim, resolução dos mesmos.

Para alcançar os resultados, recorreu-se a ferramentas *Lean* para estabilizar e normalizar os processos da linha, reduzindo tempos de *setup* e de paragens por avarias e encravamentos.

O envolvimento de todos os operadores da linha foi fundamental, uma vez que a sua experiência e conhecimento das máquinas e do processo permitiram o desenvolvimento de soluções e melhorias nos *setups*.

Por fim, de modo a garantir a sustentabilidade do projeto, foram desenvolvidos fluxos para os dois tipos de *setup* estudados, de forma a que as tarefas sejam realizadas por todos da mesma forma. Além disso, investiu-se na formação dos operadores para que estejam aptos a realizar corretamente os fluxos estabelecidos e a perceber quando é necessário levantar ocorrências e desencadear um processo de ações de melhoria.

5.1 - Trabalhos Futuros

Uma empresa, para se manter a um nível competitivo e dar uma resposta positiva ao mercado, deve ser proativa e não reativa, devendo apostar na melhoria contínua para que os seus processos estejam continuamente a evoluir.

Desta forma, são sugeridos como trabalhos futuros:

- Continuar a implementação do diário para que a equipa fique autónoma na realização da resolução estruturada de problemas na procura da causa raiz dos mesmos;
- Terminar a implementação das soluções propostas com a realização da manutenção preventiva e iniciar a colocação e utilização dos *andons*;

- Estudar a possibilidade de detetar automaticamente quando o produto nos *IBC* termina, desligando a bomba que bombeia o produto para a unidade. Existe uma solução no mercado que valerá a pena estudar e consiste em sacos de produto colocados dentro do *IBC*, que funcionam com um segundo saco em volta, que vai enchendo e empurrando o produto para a saída. A pressão dentro desse invólucro varia conforme a quantidade de produto existente no saco e através de um sensor que regista os valores de pressão, dá sinal para desligar a bomba quando já não existe produto suficiente para uma nova puxada.
- Estudar a alteração do ângulo de saída dos aerossóis no pulmão entre o banho e as tampas.

Referências

- Ahuja, J., & Khamba, I. (2008). Total productive maintenance: literature review and. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- Bagi, J. S. (2013). 5S strategy: A workplace improvement lean tool. *Journal of Engineering And Technology Research*.
- BusinessDictionary. (06 de 01 de 2020). *Brainstorming*. Obtido de <http://www.businessdictionary.com/definition/brainstorming.html>
- Coimbra, E. (2013). *Kaizen in Logistics & Supply Chain*. Mc Graw Hill.
- Colep Portugal, S. (16 de July de 2019). *Values*. Obtido de Colep: <https://www.colep.com/>
- Colep Portugal, S. (06 de 1 de 2020). *Home*. Obtido de Colep: <https://www.colep.com/>
- Hirano, H., & Furuya, M. (2006). *Jit is Flow: Practice and Principles of Lean Manufacturing*. PCS Press.
- Imai, M. (2000). *Gemba Kaizen: estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica*. IMAN.
- institute, L. E. (20 de July de 2019). Obtido de <https://www.lean.org/lexicon/toyota-production-system>
- Koch, T. (2012). "10 Commandments for the Boss of a Company Implementing Lean. *Management and Production Engineering Review*.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- McBride, D. (2020). Toyota and Total Productive Maintenance. *Reliable Plant*.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM*. Productivity Press.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. TAYLOR & FRANCIS INC.
- Pablo Guzmán Ferradás, K. S. (2013). Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding. *Procedia CIRP*.
- RAR. (16 de July de 2019). Obtido de http://www.rar.com/pt/a_empresa_colep/
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity, Inc.
- Suzuki, T. (1992). *TPM in Process Industries*. Taylor & Francis Inc.
- Wibowoa et al, E. W. (2018). Implementation of Lean Concept in Start-up. *Scientific Journal of PPI-UKM*, 7-11.
- Wilson, L. (2010). *How to implement Lean Manufacturing*. The McGraw-Hill.

Apêndice

Anexo A: Relatórios MGpro

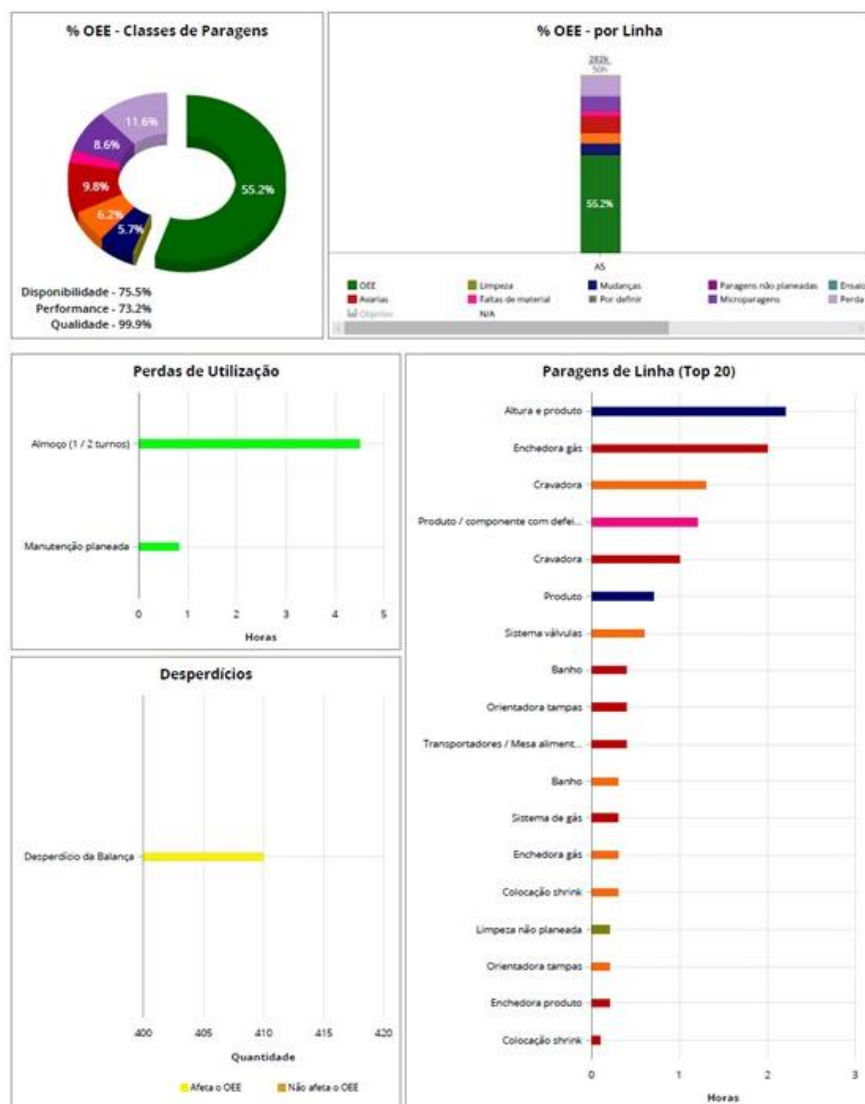


Figura A.1 - Exemplo de relatório MGpro em formato .pdf

H. INÍCIO	H. FIM	CÓDIGO PARAGEM	DESCRIÇÃO	Reparado por			
				Sup.	Mec.	Man.	Eng.
07:00	07:30	—	Máq. de produto não ligam, sensor das pontas da gás House não deixa ligar	x	x		
—	—	—	presença da mecânica Vitor		x		
08:45	09:05	—	Problemas com a máq. de filme (Vitor)				
09:15	11:48	—	Fludança para SGR sensi q 53 x 123 200 mP				
12:30	13:00	—	Regulinas de produto sujaram, limpeza				
13:00	13:30	—	Almoço				
13:43	14:10	—	Alinacões na máq. de produto estavam sempre a sujar				
14:40	14:58	—	Segurança das pontas da gás House não deixa ligar, presença Paulo Rua	x	x		
15:45	15:55	—	Máq. produto dueto Sujou limpeza				
16:15	16:35	—	Máq. produto dueto Sujou limpeza				
17:00	17:10	—	Máq. fieme parou e saiu do ponto				
17:50	18:00	—	Máq. fieme parou e saiu do ponto				
20:40	21:00	—	Máq. fieme parou e não ligava nem deixar abrir as portas, foi necessário desligar				
—	—	—	a geral da máq., quando elétrica do limite desligou-se, renome de limite				
—	—	—	Máq. código de fato assumiu outro código e a partir que tinha o código				
—	—	—	Cabeça estava completamente desajustada. Presença de Reim para ajustar				
—	—	—	a máq. de código				
21:00	21:30	—	Parou				
22:00	22:10	—	Máq. fieme parou com alarme de inversor de tapete Fault.				
22:30	22:40	—	" " " " " " " " " " " "				
23:15	23:25	—	" " " " " " " " " " " "				

Observações: Várias paragens ao longo do turno A na máq. de filme devido ao alarme "Acionamento Tapete Fault".

Figura A.2 - Folha de registo de paragem no final de linha

Anexo B: Análise de paragens

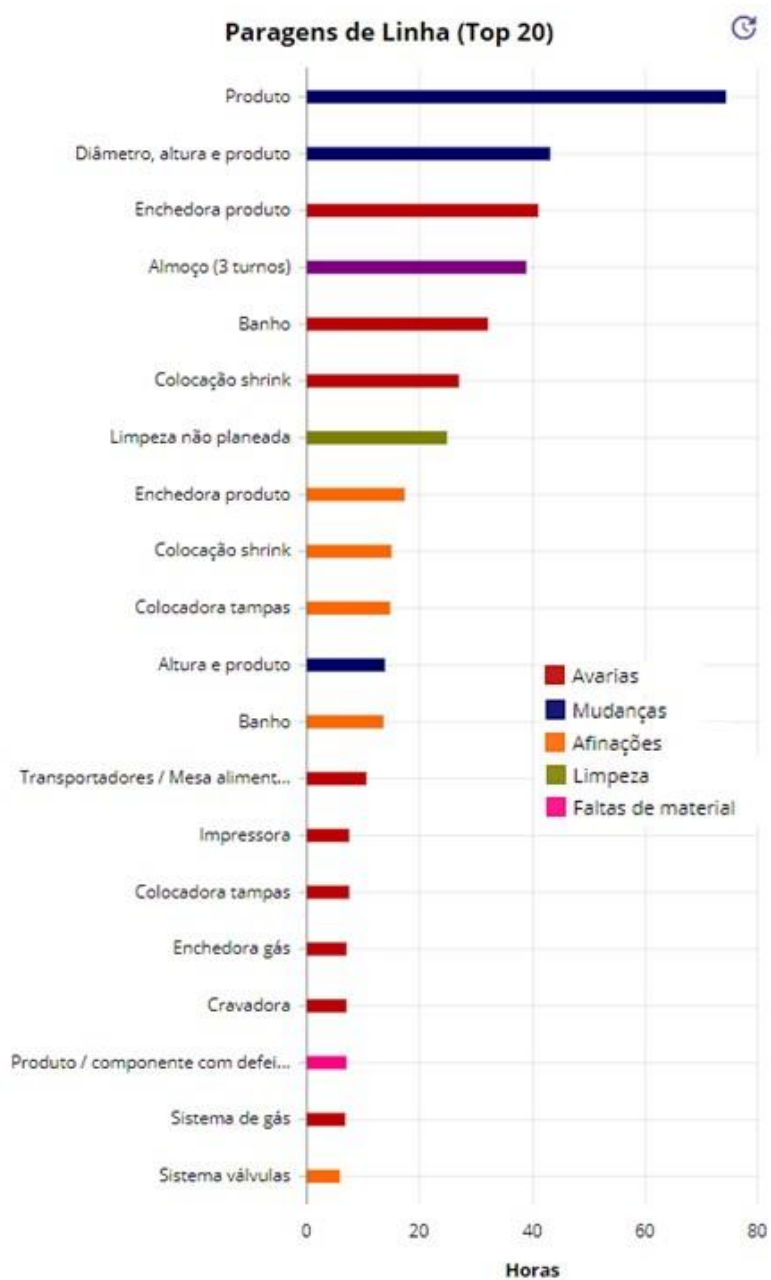


Figura B.1 - Análise ABC às paragens de janeiro a agosto de 2019

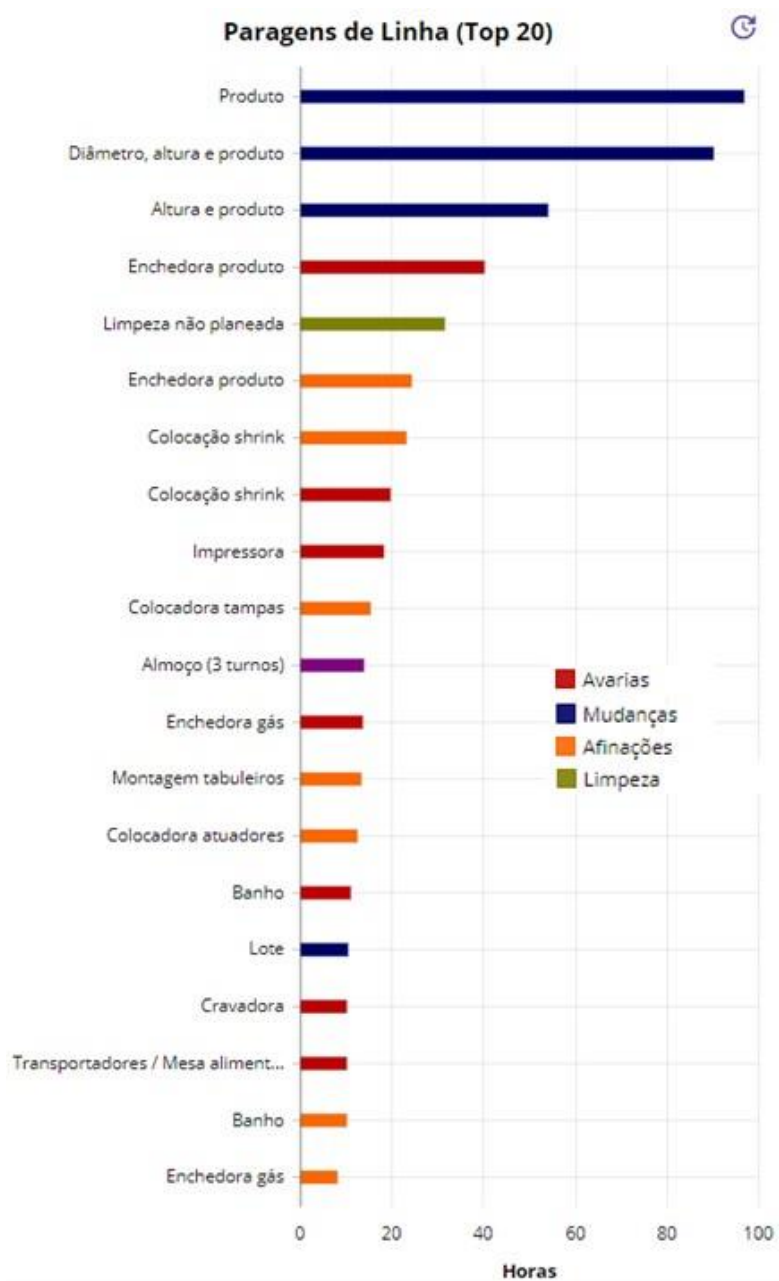


Figura B.2 - Análise ABC às paragens de julho e agosto de 2019

Anexo C: 5S

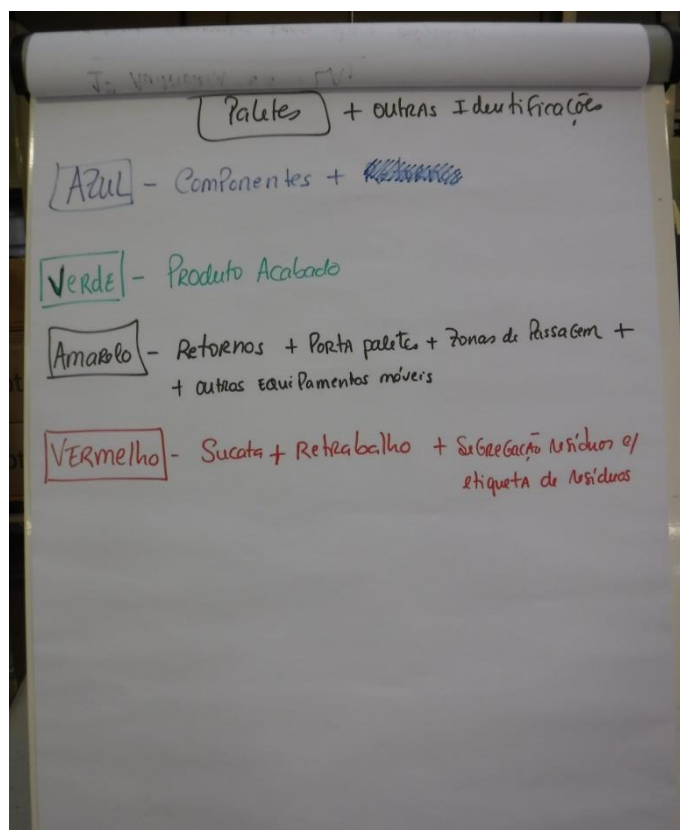


Figura C.1 - Código de cores para os materiais de linha



Figura C.2 - Sistema de etiquetas de 5S

Anexo D: Fluxos de *Setup*

Mudança AP (Gel sem Stem <-> Loções)			
Supervisor	Maquinista	Tampeira	Final de linha
Buscar mapas de produção e mapas de rota. Cofimar o.f., mapas e ficha de especificações. Definir valores a colocar na balança. Entregar ordem ao empilhador e assegurar que material chegou antes do setup. Encher água osmotizada Trocar máquina de cravação direita, acertar altura e fazer o arranque. Trocar máquina de cravação esquerda, acertar altura e fazer o arranque. Colocar os novos valores na balança Auxiliar mudança nas tampas e no filme	Iniciar o aquecimento do tanque de 2m3 Assegurar que a água chegou Fazer CIP interno e trocar ferramentas da máquina direita Fazer CIP externo Fazer CIP interno Passar água osmotizada Iniciar abastecimento da unidade Colocar as cabeças na máquina direita, acertar a altura e o peso. Fazer o arranque da máquina direita. Trocar as ferramentas, colocar as cabeças na máquina esquerda, acertar a altura e o peso. Fazer o arranque da máquina esquerda.	Confirmar material, abrir paletes e colocar latas e válvulas no carro de apoio junto à cravação direita Escoar máquina de cravação direita. Fazer o retorno de latas e válvulas. Escoar máquina do filme Retirar tampas e fazer o retorno. Trocar ferramentas do escolhedor e acertar até à entrada da máquina de tampas Trocar ferramentas da máquina de tampas, acertar altura e fazer o arranque Encher o carrinho das tampas e alimentar o elevador	Escoar restante da máquina do filme Fechar contas da produção anterior Retirar tabuleiros (se aplicável) e fazer retorno Trazer tabuleiros (se aplicável) e alimentar máquina Trocar ferramentas da máquina de filme, acertar e fazer o arranque. Trocar final de linha e máquina de etiquetas

Legenda: - Pré mudança
 - Mudança

Figura D.1 - Fluxo de *setup* AP entre gel sem *stem* e loções corporais

Mudança AP (Gel sem Stem <-> Gel com Stem)

Supervisor	Maquinista	Tampeira	Final de linha
Buscar mapas de produção e mapas de rota. Cofirmar o.f., mapas e ficha de especificações. Definir valores a colocar na balança. Entregar ordem ao empilhador e assegurar que material chegou antes do setup. Encher água osmotizada Trocar máquina de cravação direita, acertar altura e fazer o arranque. Trocar máquina de cravação esquerda, acertar altura e fazer o arranque. Colocar os novos valores na balança.	Iniciar o aquecimento do tanque de 2m3 Assegurar que a água chegou Fazer CIP interno Fazer CIP externo Fazer CIP interno Passar água osmotizada Iniciar abastecimento da unidade Colocar as cabeças na máquina direita, acertar a altura e o peso. Fazer o arranque da máquina direita. Colocar as cabeças na máquina esquerda, acertar a altura e o peso. Fazer o arranque da máquina esquerda.	Confirmar material, abrir paletes e colocar latas e válvulas no carro de apoio junto à cravação direita Escoar máquina de cravação direita. Fazer o retorno de latas e válvulas. Escoar máquina do filme Retirar tampas e tabuleiros (se aplicável) e fazer o retorno. Trazar tampas e tabuleiros (se aplicável) e alimentar máquina Trocar ferramentas da máquina de tampas, acertar altura e fazer o arranque Encher o carrinho das tampas e alimentar o elevador	Escoar restante da máquina do filme Fechar contas da produção anterior Trocar ferramentas da máquina de filme, acertar e fazer o arranque. Trocar final de linha e máquina de etiquetas

Legenda: - Pré mudança
 - Mudança

Figura D.2 - Fluxo de *setup* AP entre gel sem *stem* e gel com *stem*

Mudança DAP

Supervisor	Maquinista	Tampeira	Final de linha
Buscar mapas de produção e mapas de rota. Cofirmar o.f., mapas e ficha de especificações. Definir valores a colocar na balança.	Iniciar o aquecimento do tanque de 2m3		
Entregar ordem ao empilhador e assegurar que material chegou antes do setup. Encher água osmotizada	Assegurar que a água chegou	Confirmar material, abrir paletes e colocar latas e válvulas no carro de apoio junto à cravação direita	
Trocar máquina de cravação direita, acertar altura e fazer o arranque.	Fazer CIP interno e trocar ferramentas da máquina direita	Escoar máquina de cravação direita. Fazer o retorno de latas e válvulas.	
		Escoar máquina do filme	
Trocar máquina de cravação esquerda, acertar altura e fazer o arranque.	Fazer CIP externo	Retirar tampas e fazer o retorno.	Escoar restante da máquina do filme
Trocar ferramentas da balança, ajustar guias e colocar os novos valores	Fazer CIP interno	Trocar ferramentas do escolhedor e acertar até à entrada da máquina de tampas	Fechar contas da produção anterior
Trocar ferramentas do banho, acertar a altura e fazer o arranque.	Passar água osmotizada	Trocar ferramentas da máquina de tampas, acertar altura e fazer o arranque	Retirar tabuleiros (se aplicável) e fazer retorno
	Iniciar abastecimento da unidade	Encher o carrinho das tampas e alimentar o elevador	Trazer tabuleiros (se aplicável) e alimentar máquina
	Colocar as cabeças na máquina direita, acertar a altura e o peso. Fazer o arranque da máquina direita.		Trocar ferramentas da máquina de filme, acertar e fazer o arranque.
	Trocar as ferramentas, colocar as cabeças na máquina esquerda, acertar a altura e o peso. Fazer o arranque da máquina esquerda.		Trocar final de linha e máquina de etiquetas

Legenda:  - Pré mudança
 - Mudança

Figura D.3 - Fluxo de *setup* DAP

Anexo E: Perguntas para *Kamishibai* de 5S

Separar:

- Não existem documentos desnecessários e repetidos
- Não há soluções de improviso na linha
- Não existem perigos para a segurança do colaborador (água no chão, derrames de produtos, superfícies cortantes sem proteção)
- As ferramentas estão em bom estado
- Não existem stocks de peças ou materiais desnecessários ou em excesso

Localizar:

- Os espaços das ferramentas estão identificados e bem organizados?
- Os espaços dos componentes de máquina estão identificados e organizados?
- Os contentores de resíduos e carrinhos de apoio estão identificados?
- As marcações dos espaços encontram-se limpas e em bom estado?
- Os materiais de limpeza existem, estão identificados e corretamente posicionados?

Limpar:

- O chão e as tubagens estão limpas e em bom estado?
- Os armários e material armazenado (maquinista e ferramentas) estão limpos e organizados?
- As máquinas e as ferramentas de máquina estão limpas?
- Os transportadores e os carros de apoio estão limpos e em bom estado?
- Os contentores de resíduos estão em bom estado e a segregação está a ser feita corretamente?

Normalizar:

- As marcações estão de acordo com as normas estabelecidas?
- Os procedimentos de limpeza estão disponíveis e acessíveis?
- As rotinas de 5S e limpeza existem e estão a ser cumpridas?
- Existe uma norma visível da organização dos espaços de trabalho?
- Existem normas claras e visuais acessíveis a todos os colaboradores?

Manter:

- O colaborador sabe o que são os 5S?
- O colaborador sabe exemplificar cada 5S?
- Estão a ser abertas e concluídas etiquetas de 5S?
- Os fichas de melhoria estão a ser executadas e encontram-se na linha?
- Os resultados da auditoria de 5S demonstram uma evolução positiva?

Anexo F: Perguntas para *Kamishibai* de SMED

- As ferramentas estão organizadas e colocadas numa posição de proximidade de uso?
- O equipamento de segurança encontra-se disponível, limpo e em bom estado?
- As ferramentas que se encontram nos suportes estão limpas?
- Os procedimentos de Setup estão disponíveis e acessíveis?
- As rotinas e as *checklists* de *setup* existem e estão a ser cumpridas?
- Os fluxos estão disponíveis e acessíveis?
- Os casos de sucesso estão a ser partilhados? (antes e depois)
- O reconhecimento existe e está visível?
- O último *setup* cumpriu com o tempo definido?
- O colaborador sabe explicar o que é o SMED?
- O colaborador sabe se os objetivos estão a ser atingidos?