



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Francisco Maia Fernandes

Implementação de SMED numa linha de extrusão no mercado da produção de fio automóvel

Outubro de 2023



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Francisco Maia Fernandes

Implementação de SMED numa linha de extrusão no mercado da produção de fio automóvel

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Maria Leonilde Rocha Varela

Outubro de 2023

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho

NOTA: A licença pode ser diferente! Ver despacho!



Atribuição

CC BY

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

AGRADECIMENTOS

Gostaria de fazer um breve agradecimento a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão do meu percurso académico.

A minha família próxima: mãe, pai e irmã pelo acompanhamento ao longo do meu período académico e não só académico pelos conhecimentos que me passaram e conselhos que me dão.

A minha família não tão próxima, mas próxima, família Boum pelo apoio extracurricular.

A minha companheira que me motivou desde o início a fazer e dar o melhor de mim.

Aos amigos que tive a sorte de conhecer e manter contacto ao longo deste período.

A minha orientadora pela disponibilidade e pelas diretrizes que me foram dadas.

A empresa onde realizei a dissertação pela oportunidade de elaborar o projeto.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

Implementação de SMED numa linha de extrusão no mercado de produção de fio automóvel

RESUMO

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito do desenvolvimento do projeto para finalização do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial na Universidade do Minho. Foi desenvolvida entre Fevereiro de 2023 e Outubro do mesmo ano. O principal objetivo seria implementar mudanças a nível operacional numa empresa de produção de fio automóvel de forma a aumentar o indicador de produtividade para uma linha de extrusão, que tem, desde a sua instalação, mostrado uma produtividade significativamente abaixo do desejado. Com esse objetivo em mente recorreram-se a várias ferramentas do *Lean thinking*.

Numa primeira instância elaborou-se a revisão bibliográfica, de forma a obter a base teórica necessária para abordar o projeto da forma correta. Recorreu-se a metodologia de investigação, “investigação ação” que visa a participar ativamente no processo de investigação.

Após uma primeira análise as paragens de linha, e as suas causas, o SMED foi então a ferramenta identificada que mais benefício poderia trazer a nível de fábrica se implementada corretamente, uma vez que grande parte da produtividade perdida estava na realização de *setups* de preparação de novas produções. Em conjunto com o *SMED* foram implementados princípios de *standard work* de forma a combater flutuações operacionais e criadas instruções claras de trabalho para os operadores, que devido a idade da linha, ainda não existiam. Foram também implementadas medidas de forma a combater as paragens de linha não planeadas. Em complemento ao SMED foram implementadas outras ferramentas como o 5S e gestão visual para dinamizar os procedimentos da linha.

Os principais resultados deste projeto foi um aumento considerável do indicador de produtividade. Apesar do *target* deste indicador ser de 85%, num período de amostra de um mês no início do projeto este valor era de 73%, no entanto e devido aos tempos de *setup* registados, o *target* era inatingível. Após a implementação das ferramentas *Lean*, num período amostral igual, este indicador passou para 82% ainda abaixo do *target*, mas torna o *target* atingível. O tempo gasto em *setups* teve uma redução estimada de 50%.

PALAVRAS-CHAVE

Extrusão, Ferramentas *Lean*, *Lean manufacturing*, Otimização de processos, *SMED*

SMED Implementation on an Automotive Wire Company Extrusion Line

ABSTRACT

This dissertation was developed as part of the project for the completion of the Master's degree in Industrial Engineering and Management at the University of Minho. It was carried out between February 2023 and October of the same year. The main objective was to implement operational changes in a wire production company in order to increase the productivity indicator for an extrusion line, which has consistently shown significantly lower productivity than desired since its installation. With this goal in mind, various Lean thinking tools were applied.

In the initial stage, a literature review was conducted to acquire the necessary theoretical foundation for approaching the project correctly. The research methodology chosen was "action research," which aims to actively participate in the research process.

After an initial analysis of line stoppages and their causes, SMED was identified as the tool that could bring the most benefits to the factory if implemented correctly. This is because a significant portion of the lost productivity was attributed to the setup of new productions. Alongside SMED, principles of standard work were implemented to address operational fluctuations, and clear work instructions were created for the operators, which did not exist due to the age of the production line. Measures were also put in place to address unplanned line stoppages. In addition to SMED, other tools such as 5S and visual management were implemented to streamline the line's procedures.

The main outcomes of this project included a significant increase in the productivity indicator. Despite the target for this indicator being set at 85%, during the initial one-month sample period at the beginning of the project, the value was at 73%. However, due to the recorded setup times, the target was unattainable. After the implementation of lean tools, within an equal sample period, this indicator increased to 82%, which is still below the target but makes the target achievable. The time spent on setups saw an estimated reduction of 50%.

KEYWORDS

Extrusion, Lean manufacturing, Lean tools, Process optimization, SMED

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| Agradecimentos..... | iii |
| Resumo..... | v |
| Abstract..... | vi |
| Índice..... | vii |
| Índice de Figuras..... | x |
| Índice de Tabelas | xiii |
| Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos | xiv |
| 1. Introdução | 1 |
| 1.1 Enquadramento | 1 |
| 1.2 Objetivos..... | 2 |
| 1.3 Metodologia | 2 |
| 1.4 Estrutura da dissertação..... | 3 |
| 2. Revisão de literatura | 5 |
| 2.1 <i>Lean Production</i> | 5 |
| 2.1.1 <i>Toyota production systems</i> | 5 |
| 2.1.2 Surgimento e evolução do <i>Lean thinking</i> | 6 |
| 2.1.3 Desperdícios..... | 7 |
| 2.2 Ferramentas <i>Lean</i> | 9 |
| 2.2.1 Melhoria continua..... | 9 |
| 2.2.2 Sistema 5S..... | 10 |
| 2.2.3 Gestão Visual..... | 11 |
| 2.2.4 <i>Standard work</i> | 12 |
| 2.2.5 SMED..... | 12 |
| 2.3 <i>Key Performance indicators</i> | 13 |
| 3. Coficab..... | 14 |
| 3.1 História..... | 14 |
| 3.2 Estrutura organizacional | 15 |
| 3.2.10 Investigação e desenvolvimento (I&D) | 17 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.2.11 | <i>Performance industrial</i> | 17 |
| 3.2.12 | <i>Controlling</i> | 17 |
| 3.2.13 | Manutenção | 17 |
| 3.3 | Gama de produtos..... | 17 |
| 3.4 | Processos da COFICAB | 18 |
| 3.4.1 | Trefilagem: | 18 |
| 3.4.2 | Torção..... | 19 |
| 3.4.3 | Extrusão:..... | 19 |
| 3.4.4 | Enfitamento..... | 20 |
| 3.4.5 | <i>Braiding</i> | 20 |
| 3.4.6 | Layout da fábrica | 21 |
| 3.4.7 | Fluxo de materiais | 22 |
| 3.4.8 | Fluxo de informação numa encomenda..... | 22 |
| 3.5 | Processo de extrusão | 23 |
| 3.5.1 | Linha de extrusão | 23 |
| 3.5.2 | Funcionamento da linha de extrusão..... | 30 |
| 3.5.3 | Abastecimento de matérias-primas para a linha 12 | 33 |
| 3.5.4 | Indicadores do processo de extrusão..... | 36 |
| 3.5.5 | Desperdício na linha de extrusão..... | 36 |
| 3.5.6 | Alguns problemas identificados que poderão ter influência na produtividade da linha.. | 37 |
| 4. | Aplicação da ferramenta SMED | 40 |
| 4.1 | Apuramento dos <i>setups</i> críticos..... | 40 |
| 4.1.1 | Desenvolvimento de uma ferramenta de planeamento em <i>Excel</i> | 41 |
| 4.2 | Levantamento da situação atual | 44 |
| 4.2.1 | Levantamento de atividades..... | 44 |
| 4.2.2 | Análise crítica da situação atual | 45 |
| 4.3 | Recolha e avaliação das tarefas | 47 |
| 4.4 | Reordenamento das tarefas..... | 51 |
| 4.5 | Elaboração de novas instruções de trabalho | 51 |
| 4.6 | Implementação de outras melhorias com influência no SMED..... | 52 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.6.1 | Abastecimento de ferramentas e reimplementação de 5S | 52 |
| 4.6.2 | Levantamento dos sopradores em falta e a encomendar | 55 |
| 4.6.3 | Atualização do método de limpeza do marcador..... | 56 |
| 4.6.4 | Introdução de um quadro de KPIs nas linhas | 57 |
| 4.6.5 | Desenvolvimento de um novo método de gestão de secadores | 58 |
| 4.6.6 | Reavaliação de valores para nódulos e afundamentos | 59 |
| 4.7 | Aplicação do SMED | 60 |
| 4.8 | Acompanhamento futuro | 60 |
| 5. | Conclusão e próximos passos | 63 |
| 5.1 | Resultados | 63 |
| 6. | Conclusão | 65 |
| 6.1 | Trabalhos futuros | 66 |
| 6.1.1 | Novo sistema de requisições à Ferramentaria | 66 |
| 6.1.2 | Novo sistema de abastecimento por parte da logística..... | 66 |
| 6.1.3 | Levantamento de antecipação de corte | 68 |
| 7. | Referências Bibliográficas | 69 |
| | Anexo 1 - Organigrama da empresa | 71 |
| | Anexo 2 – Fluxo de materiais..... | 72 |
| | Anexo 3 – Base de dados de parametrização de produção | 73 |
| | Anexo 4– código de ordenação de produção | 74 |
| | Anexo 5 - código para limpar folha para introdução de novos dados | 86 |
| | Anexo 6 - Folha 2 da ferramenta Excel | 86 |
| | Anexo 7 – Código para definir os parâmetros de ordenação | 87 |
| | Anexo 8 – Código para repor predefinições nos parâmetros de ordenação..... | 90 |
| | Anexo 9 – Tarefas relativas a mudança de fuso..... | 91 |
| | Anexo 10 – Fluxogramas desenvolvidos no projeto | 92 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Ciclo investigação ação (adaptação (Saunders et al., 2016)) | 3 |
| Figura 2 - Base do TPS (adaptação(Paladugu & Grau, 2020)) | 6 |
| Figura 3 - Benefícios associados ao Lean (adaptação(Melton, 2005)) | 7 |
| Figura 4 - 8 Desperdícios Lean (adaptação (Dennis, 2007))..... | 9 |
| Figura 5 - Ciclo de 5S (adaptação(Jiménez et al., 2015))..... | 11 |
| Figura 6- Evolução da COFICAB | 15 |
| Figura 7 - Bobine antes e depois do processo de trefilagem..... | 18 |
| Figura 8 – Bobine antes e depois do processo de torção | 19 |
| Figura 9 – Bobine antes e depois do processo de extrusão..... | 20 |
| Figura 10 - Bobine antes e depois do processo de enfitamento..... | 20 |
| Figura 11 - Bobine antes e depois do processo de braiding | 21 |
| Figura 12 - Layout das instalações COFGR..... | 21 |
| Figura 13 - Fluxo de informações | 23 |
| Figura 14 – Pay-off estática da linha de extrusão..... | 24 |
| Figura 15 - Pré-aquecedor Linha 12 | 25 |
| Figura 16 - Extrusora da linha 12..... | 25 |
| Figura 17 - Camara de diâmetro a quente..... | 26 |
| Figura 18 - Marcação de um fio, feita pelo marcador..... | 26 |
| Figura 19 - Pré-caleira da linha 12 | 27 |
| Figura 20 - Caleira da linha 12..... | 27 |
| Figura 21 - Sopradores utilizados na linha 12..... | 28 |
| Figura 22 – Spark-Tester da linha 12 | 28 |
| Figura 23 - Camara de nódulos e afundamentos | 29 |
| Figura 24 - Camara de diâmetro a frio | 29 |
| Figura 25 - Compensador da linha 12..... | 30 |
| Figura 26 - Bobinadora da linha 12..... | 30 |
| Figura 27 - Fio com fillet (verde e vermelho) e sem fillet (preto) | 31 |
| Figura 28 - Tremonhas (plataformas cónicas) e torre (estrutura laranja)..... | 32 |
| Figura 29 - Princípio de funcionamento da extrusora | 32 |
| Figura 30 - Cabeça de extrusão | 33 |

| | |
|--|----|
| Figura 31 - Esquema do sistema de sucção usado para abastecer o granulado | 34 |
| Figura 32 - Kanban de abastecimento no armazém..... | 34 |
| Figura 33 - Secadores da linha 12 | 35 |
| Figura 34 - Kanban de alimentação do cobre e ferramenta de transporte..... | 36 |
| Figura 35 - Purgas feitas nas linhas de extrusão..... | 37 |
| Figura 36 - Lista exemplificativa da lista recebida pela logística na ferramenta, antes de ser ordenada..... | 42 |
| Figura 37 - Tabela de produção depois de ordenada | 44 |
| Figura 38 - Formato da tabela detalhada do historial de bobines..... | 46 |
| Figura 39 - Script utilizado para fazer a contagem de cada setup..... | 46 |
| Figura 40 - Fluxograma para troca de cor/secção/material | 52 |
| Figura 41 - Folha de controlo de ferramentas da linha 12..... | 54 |
| Figura 42 – Painel de ferramentas depois de aplicar 5S..... | 55 |
| Figura 43 - Secador utilizado na linha 12 | 55 |
| Figura 44 - 5S e gestão visual na gestão de sopradores..... | 56 |
| Figura 45 - Novo pulverizador para limpeza do marcador | 57 |
| Figura 46 - Painel de KPIs na linha de extrusão..... | 58 |
| Figura 47 - Gestão de secadores antes da atualização..... | 58 |
| Figura 48 - Novo sistema de gestão de secadores | 59 |
| Figura 49 - Pontos de auditoria SMED na linha 12 | 61 |
| Figura 50 - Matriz de avaliação de auditoria | 62 |
| Figura 51 - Modelo do sistema de ajuda visual para operadores de logística | 68 |
| Figura 52 - Organigrama da empresa..... | 71 |
| Figura 53 - Fluxo de materiais..... | 72 |
| Figura 54 - Base de dados na Folha 1 do Excel de ordenação | 73 |
| Figura 55 - Código de ordenação Parte 1 | 74 |
| Figura 56 - Código de ordenação Parte 2 | 75 |
| Figura 57 - Código de ordenação Parte 3 | 76 |
| Figura 58 - Código de ordenação Parte 4 | 77 |
| Figura 59 - Código de ordenação Parte 5 | 78 |
| Figura 60 – Código de ordenação parte 6 | 79 |
| Figura 61 – Código de ordenação Parte 7 | 80 |
| Figura 62 - Código de ordenação Parte 8 | 81 |

| | |
|--|----|
| Figura 63 - Código de ordenação Parte 9 | 82 |
| Figura 64 - Código de ordenação Parte 10 | 83 |
| Figura 65 - Código de ordenação Parte 11 | 84 |
| Figura 66 - Código de ordenação Parte 12 | 85 |
| Figura 67 - Código para limpar tabela de ordenação..... | 86 |
| Figura 68 - Folha de ordenação limpa | 86 |
| Figura 69 - Código para redefinir os parâmetros Parte 1 | 87 |
| Figura 70 - Código para redefinir os parâmetros Parte 2..... | 88 |
| Figura 71 - Código para redefinir os parâmetros Parte 3..... | 89 |
| Figura 72 - Código para definir parâmetros standard | 90 |
| Figura 73 - Fluxograma para troca de cor/secção/material | 92 |
| Figura 74 - Fluxograma para troca de fuso | 93 |
| Figura 75 - Fluxograma de hiperligação para tarefas de mudança de material | 94 |
| Figura 76 - Fluxograma da hiperligação para tarefas de mudança de secção | 95 |
| Figura 77 - Fluxograma de hiperligação para mudança de fuso para arranque com Fillet | 96 |
| Figura 78 - Fluxograma de hiperligação para mudança de fuso para arranque Sem Fillet..... | 97 |
| Figura 79 - Fluxograma de hiperligação para mudança de fuso para arranque sem Fillet | 98 |
| Figura 80 - Fluxograma de hiperligação dos procedimentos finais de setup..... | 99 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Medições dos tempos dos setups críticos..... | 45 |
| Tabela 2 - Valores dos KPI no período amostral..... | 45 |
| Tabela 3 - Valores devolvidos pela macro de contagem | 46 |
| Tabela 4 - Tempo perdido estimado no período amostral..... | 47 |
| Tabela 5 – Lista de tarefas da mudança de fuso | 48 |
| Tabela 6- Lista de tarefas na troca de cor..... | 48 |
| Tabela 7 - Lista de tarefas na mudança de secção | 49 |
| Tabela 8 - Lista de tarefas na troca de material..... | 50 |
| Tabela 9 - Novos tempos retirados depois da implementação do SMED..... | 63 |
| Tabela 10 - Valores dos indicadores após implementação do SMED | 63 |
| Tabela 11 - Tempo estimado gasto em Setups num cenário igual ao período amostral | 64 |
| Tabela 12 - Tarefas relativas a troca de fuso | 91 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

SMED - *Single Minute Exchange of dies*

KPI - *Key performance indicator* (Indicador de desempenho)

ROI – *Return over investment* (Retorno sobre investimento)

PM – *Plant Manager* (Gestor de fábrica)

HMI - *Human Machine Interface*

RT - *Running time*

FTQ - *First time quality*

SE - *Speed efficiency*

PP - Polipropileno

PVC - Policloreto de vinil

PUR - Poliuretano

PE - Polietileno

VBA - *Visual basic for applications*

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo contém uma breve introdução do âmbito da investigação e a forma como se enquadra na área de estudo. São definidos os objetivos principais para o projeto e definida a metodologia com que o projeto foi abordado. Por último apresenta-se um breve resumo da estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

A globalização obrigou as empresas a olhar para o negócio de forma mais rigorosa de forma a aumentar eficiência operacional e manter o nível de competitividade elevado. Esta competitividade atinge-se melhorando a qualidade dos seus produtos, sem que essa melhoria acarrete custos adicionais (Nassereddine & Wehbe, 2018). Tendo isto em conta e que a competitividade no setor automóvel é elevadíssima, surge a importância de garantir que se está a fazer o máximo possível com os recursos disponíveis (Santos et al., 2023a).

No cenário atual a filosofia *Lean* é a escolha de eleição para atingir estes objetivos, uma vez que as premissas base da filosofia *Lean* são exatamente aumentar eficiência reduzindo custos e desperdício (Proença et al., 2022).

A organização na qual se realizou o projeto desta dissertação atua no mercado de fio automóvel, e vende para todas as grandes marcas, estando presentes em mais de 50% dos automóveis fabricados na Europa, e como tal, produzem uma diversidade de produtos elevadíssima. O objetivo deste projeto é procurar implementar medidas de forma a garantir o target do indicador de produtividade recorrendo a diversas ferramentas. Com a transição do mundo para o mercado automóvel elétrico, é projetado que o volume do mercado do fio para aplicação automóvel dobre nos próximos 10 anos, uma vez que o automóvel elétrico usa mais fios. Com isso em mente é importante que se consiga manter um nível de competitividade elevado de forma a garantir permanência na liderança deste mercado.

No âmbito do projeto será fundamental identificar as ferramentas *Lean* corretas a implementar e procurar fazê-lo da forma mais correta. Existem muitas ferramentas do *Lean thinking* e nem todas podem ser aplicadas em qualquer situação, é, portanto, importantíssimo identificar as ferramentas certas a implementar no contexto do projeto. Para o projeto em questão definiu-se que o SMED será a ferramenta mais apropriada uma vez que esta ferramenta visa a reduzir os tempos de paragem de equipamentos, e dessa forma aumentar a produtividade. Num segundo momento de avaliação e consoante o cenário

atual e de algumas falhas identificadas procurou-se implementar outras ferramentas como *standard work*, 5S e gestão visual.

1.2 Objetivos

No âmbito deste projeto pretende-se analisar o posto de trabalho da linha de extrusão de uma fábrica do mercado do fio automóvel. Feita esta análise pretende-se implementar ferramentas que levem a melhoria de produtividade sendo que a prioridade deste projeto será:

- Definir procedimentos base para o posto de trabalho com base no SMED
- Melhorar os valores de KPI para a linha em questão
- Reduzir o desperdício da linha
- Reduzir a sucata produzida na linha
- Avaliar concretamente os resultados desta implementação

Estes objetivos, se atingidos, terão um impacto positivo na linha, a nível de produtividade, desperdício e sucata. Manipulando estes fatores no sentido certo, a linha de extrusão em questão deverá mostrar um desempenho muito superior ao atual.

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada na elaboração da dissertação foi “investigação ação”. Este método de investigação visa a desenvolver soluções através da participação e colaboração no processo de investigação.

Este tipo de investigação tem aplicações que transcendem o do próprio projeto de investigação, uma vez que é possível retirar elações de forma a traduzir a teoria destes projetos e adaptá-la para outros projetos nas quais pode ser também aplicada.

A investigação ação é um ciclo repetitivo com 4 fases:

- 1) Diagnostico, é a fase inicial onde se avalia o problema num contexto específico, e nesta fase identifica-se as causas do problema e o seu impacto. Nesta fase faz-se a fundação teórica do que será a abordagem ao problema.
- 2) Planeamento é a segunda fase e nesta fase elabora-se um plano de ação para enfrentar o problema em questão, definem-se objetivos e determinam-se as alterações que vão ser implementadas.

- 3) Ação, é a terceira fase e é onde as ações planeadas são postas em prática, com base no plano de ação desenvolvido.
- 4) Avaliação é a última fase, e realiza-se depois de as ações planeadas já terem sido implementadas. Nesta fase determina-se se os objetivos definidos foram cumpridos. Esta fase é essencial para apurar o sucesso da investigação (Saunders et al., 2016).

Estas 4 fases compõem o ciclo, que enquanto ciclo, deve ser repetido até os objetivos serem alcançados.

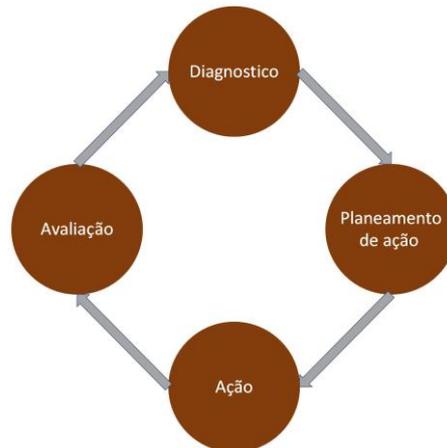


Figura 1 - Ciclo investigação ação (adaptação (Saunders et al., 2016))

Como parte deste tipo de investigação, realizou-se uma revisão literária dos temas a abordar ao longo da dissertação, de forma a conseguir abordar o problema da forma mais aproximada possível da ideal. Esta revisão foi feita recorrendo a artigos, teses, revistas científicas e livros.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta Dissertação está dividida em 5 capítulos:

- 1) Este primeiro capítulo, “Introdução” faz-se uma pequena introdução ao tema, e o seu enquadramento, quais são os objetivos do projeto e a metodologia de investigação mais apropriada. Nesta última parte resume-se a estrutura da dissertação.
- 2) O segundo capítulo é a revisão de literatura, onde se faz um levantamento da literatura relevante para os temas discutidos ao longo da dissertação. Este capítulo é a base científica do projeto, e sustenta a informação ao longo do documento.
- 3) No terceiro capítulo faz-se uma breve introdução ao grupo COFICAB e realiza-se também uma análise ao estado atual da instalação fabril onde foi realizado o projeto, e do processo produtivo. Entra-se também em detalhe no funcionamento do equipamento de extrusão que é essencial

para entender integralmente o problema. Faz-se também um breve levantamento de outras situações a nível da linha de extrusão.

- 4) No quarto capítulo encontra-se o desenvolvimento do projeto, a abordagem ao problema e quais foram os passos a tomar no âmbito do projeto.
- 5) Neste capítulo é feito o levantamento teórico dos resultados, e confrontado com os valores das métricas da empresa de forma a avaliar o cumprimento dos objetivos.
- 6) Neste último capítulo encontra-se os a conclusão onde se fazem as considerações finais face ao projeto. É também neste capítulo em que se fazem propostas para implementação futura dentro do contexto fabril.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo é a sustentação teórica dos temas mencionados e utilizados no projeto realizado, é portanto, uma apresentação dos temas levantados ao longo do documento.

2.1 *Lean Production*

2.1.1 *Toyota production systems*

O TPS foi criado após a segunda guerra mundial no japão por Taiichi Ohno como forma de combater a falta de recursos, meios financeiros e mão de obra especializada (Santos et al., 2023a). O TPS é, portanto, uma filosofia desenvolvida com o objetivo de reduzir custos e aumentar a produtividade e, por conseguinte, aumentar o ROI de determinada organização, eliminando os parâmetros considerados como desperdício (Monden, 2011).

O TPS baseia-se em quatro pilares: *Kaizen*, *Just In-Time*, *Jidoka* e *Standardization* (Naciri et al., 2022).

1. *Kaizen* é o termo japonês equivalente a melhoria contínua. Consiste na procura generalizada de melhores práticas e práticas que melhor se adaptem a organização (Paladugu & Grau, 2020).
2. *Just In-Time* consiste em produzir simplesmente a quantidade necessária para garantir os requisitos de compra do cliente (Naciri et al., 2022).
3. *Jidoka* é automação com toque humano, ou seja, é implementar maquinaria que desenvolva o processo sendo que a intervenção humana acontece apenas quando necessário (Monden, 2011).
4. *Standardization* é o processo de padronizar a organização a nível de processos e procedimentos, e desta forma contribuir para uma produção mais previsível, eficiente e estável.

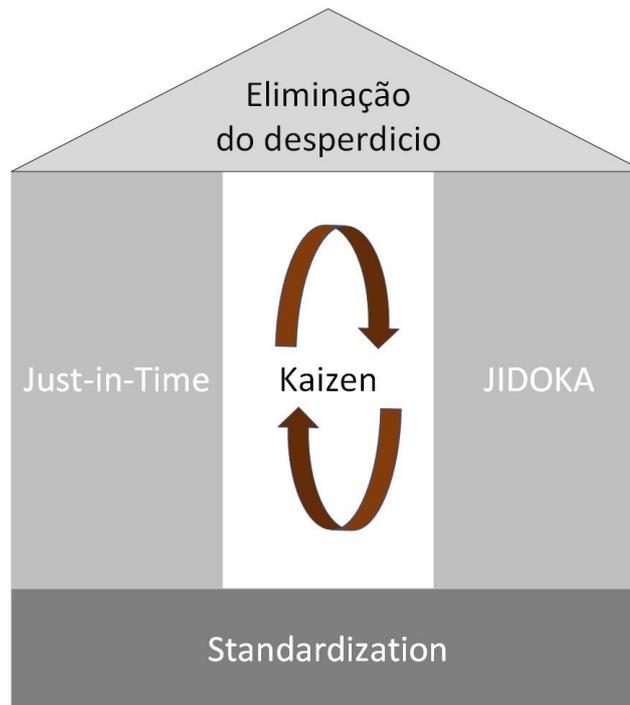


Figura 2 - Base do TPS (adaptação(Paladugu & Grau, 2020))

2.1.2 Surgimento e evolução do *Lean thinking*

O *Lean Manufacturing* é um sucessor do *Toyota Production System*, e é no fundo a designação ocidental para o TPS com algumas adaptações (Proença et al., 2022).

Segundo Ohno (Ohno, 1988), a filosofia Lean recorre a eliminação dos desperdícios de produção para procurar atingir excelência operacional. De forma a atingir este objetivo é fundamental perceber a origem destes desperdícios (Proença et al., 2022). Para a *Toyota*, *Lean manufacturing* é no fundo um conjunto de práticas e técnicas de forma a beneficiar as organizações, reduzindo desperdício e custos, aumentando a qualidade (Nassereddine & Wehbe, 2018).

Segundo o *Lean* a indústria deve comprometer-se continuamente em procurar práticas que traduzam numa melhoria contínua e redução dos desperdícios. As indústrias estão em continua mudança: mudanças em serviços prestados, nos seus produtos e processos de forma a adaptar-se as flutuações nos mercados e responder de forma eficiente a um panorama industrial que cada vez mais procura produzir mais, com mais qualidade e gastando menos (Deshmukh et al., 2022).

Em contraste com o fordismo de Henry Ford, que via a produção como um sistema massivo, que recorre a utilização de grandes quantidades de stock e de recursos, o *Lean* aborda a produção da forma contrária, privilegiando o “menos” em vez do mais, menos stock, menos desperdício e menos custos (Womack et al., 1990).

Esta filosofia começa a ser vista universalmente como a estratégia de eleição para promover flexibilidade e produtividade, procurando reduzir os inputs aumentar os outputs (Kumar et al., 2022).

Com a implementação do Lean existem vários benefícios associados e documentados:

- 1) Redução dos *lead-times*.
- 2) Redução de inventários.
- 3) Melhor gestão do conhecimento.
- 4) Têm aplicação a todos os níveis da cadeia de abastecimento (Melton, 2005).



Figura 3 - Benefícios associados ao Lean (adaptação(Melton, 2005))

2.1.3 Desperdícios

Segundo a filosofia *Lean*, por desperdício entendem-se todos os fatores associados a um produto ou serviço que não acrescentam valor, ou por outras palavras, todo o fator pelo qual o cliente não se sente disposto a pagar por (Dennis, 2007).

Com o surgimento do *Lean* identificaram-se os 7 desperdícios *Lean*, sendo que à medida que o conhecimento relativo aos sistemas de produção foi evoluindo, identificou-se um oitavo desperdício (Proença et al., 2022). Assim, existem, segundo a filosofia *Lean*, 8 desperdícios, sendo estes desperdícios movimentações, atrasos, defeitos, sobre-processamento, inventário, sobreprodução, excesso de transporte e por último, mão de obra humana (Santos et al., 2023a).

1. Desperdício de movimentações: podem ser tanto a nível de operador no sentido em que é perdido tempo útil de produção no caso de haver uma movimentação desnecessária por exemplo na procura de uma ferramenta e a nível de máquina no caso de dois equipamentos que sejam

usados sucessivamente, estejam desnecessariamente longe, obrigando a movimentações desnecessárias.

2. Desperdício por atrasos: engloba os custos que são agregados a produção quando um processo tem de esperar por materiais para produzir. Todos os tempos de espera contribuem para um lead time superior ao necessário.
3. Desperdício por defeitos: representa desperdício que é causado pela produção de produtos defeituosos, e representa os custos de correção.
4. Desperdício por excesso de transportaçãõ: é relativo ao desperdício de tempo ou de recursos para movimentar os materiais, sendo que existem outros custos uma vez que a probabilidade de danificar os materiais é superior (Dennis, 2007).
5. Desperdício por sobre-processamento: considera-se todos os custos empregues num processo que não acrescenta valor ao produto. Fazer mais do que o cliente está disposto a pagar causa ainda a produção de sucata desnecessária, sucata esta que também representa custos no processo.
6. Desperdício por sobreprodução: é o desperdício associado a produção acima do que são as exigências de mercado, uma vez que os produtos que não se vendem representam, também, custos desnecessários a uma organização.
7. Desperdício de inventário: acontece quando uma empresa tem níveis desnecessariamente altos de inventário, quer seja de matérias-primas ou produtos acabados. Este excesso traz custos desnecessários de existência e de stock que são, portanto, um desperdício de recursos (Santos et al., 2023b).
8. Desperdício de mão de obra humana: é o desperdício relativo a subvalorização de competências humanas, e a conseqüente má gestão das mesmas, uma vez que diferentes pessoas possuem competências em áreas diferentes, e estas competências devem ser exploradas de forma a trazer o melhor benefício possível à organização e ao trabalhador.

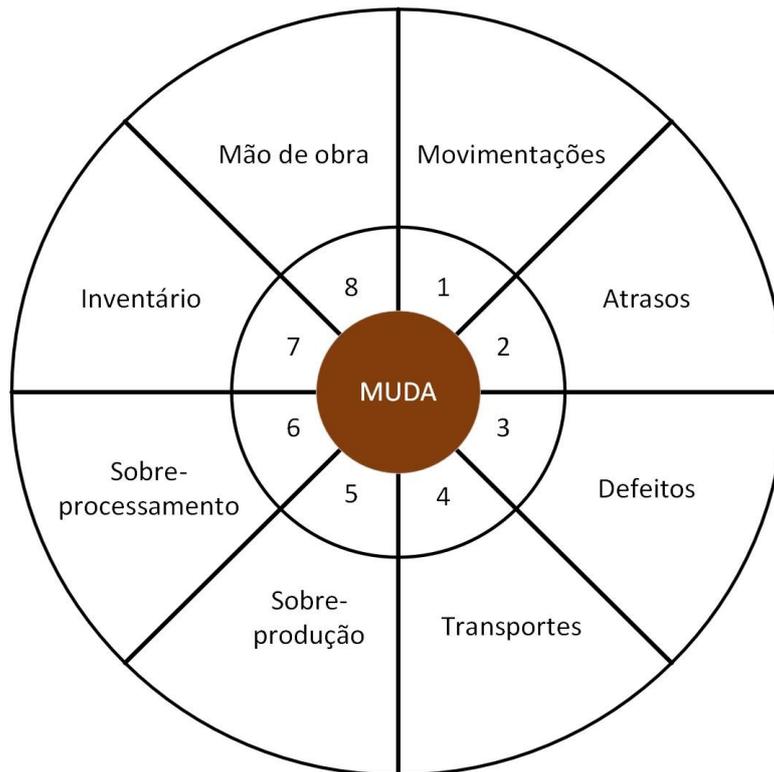


Figura 4 - 8 Desperdícios Lean (adaptação (Dennis, 2007))

2.2 Ferramentas Lean

Na atualidade o *Lean manufacturing* aparenta ser a única abordagem que tem soluções para realizar maior parte dos objetivos exigidos no momento da produção (Kumar et al., 2022).

A Filosofia é tão polivalente que mostra ter ferramentas para o mais variado nível de desafios, daí as empresas procurarem implementar cada vez mais ferramentas de forma a conseguirem, a longo prazo, eliminar os desperdícios e adaptar a sua atividade as necessidades de mercado (Proença et al., 2022).

2.2.1 Melhoria continua

Melhoria continua ou *Kaizen* é teoricamente o conjunto de melhorias que separam o estado atual de dada organização, com o que se considera o estado ideal dessa mesma organização (Proença et al., 2022).

A designação japonesa *Kaizen*, é a junção de duas palavras *Kai* e *zen*, *kai* traduz para o português “desenvolver” e *zen* que significa “contínuo” sendo que esta expressão significa desenvolvimento contínuo. E esta filosofia procura encontrar procurar continuamente problemas numa organização e implementar soluções aos mesmos problemas até ser atingida excelência (Guzel & Asiabi, 2022).

2.2.2 Sistema 5S

O 5S é uma ferramenta *Lean* inicialmente concebida por Hiroyuki Hirano com o objetivo de eliminar tarefas que não acrescentam valor dentro de um processo/procedimento (Senthil Kumar et al., 2022) e é, portanto, implementada para reduzir o *lead time* operacional (Shahriar et al., 2022) .

O sistema de 5S é um plano de ação desenvolvido de forma a organizar um posto de trabalho ou uma organização. A premissa base deste sistema é que uma instituição organizada de forma visual, e tudo o que foge as circunstâncias definidas como normais, é mais facilmente identificável, tornando-se consequentemente mais rápido de corrigir (Dennis, 2007).

Esta ferramenta é especialmente útil a nível de chão de fábrica uma vez que o leque de ferramentas utilizadas e frequência da sua utilização é normalmente elevado. A implementação desta ferramenta pode ainda trazer vantagens a nível de desperdício (Senthil Kumar et al., 2022).

A metodologia 5S é composta por 5 fases:

1. *Seiri/Sort*: O primeiro S traduz para o português “organizar”, e neste passo o objetivo é identificar toda e qualquer ferramenta ou equipamento que não seja necessário para fazer o trabalho necessário no local de trabalho em questão.
2. *Seiton/Set in order*: o segundo S traduz para o português “ordenar”, e consiste em arrumar as ferramentas que são realmente necessárias, isto é, atribuir-lhes um lugar próprio e exclusivo de forma a estarem sempre no mesmo sítio quando necessárias. Os princípios deste passo do 5S são, arrumar ferramentas parecidas perto umas das outras, não acumular as ferramentas num só espaço e etiquetar devidamente as ferramentas de forma a eliminar a hipótese de confusão.
3. *Seiso/Shine*: O terceiro S traduz para o português “limpar” e consiste, posteriormente a eliminação das ferramentas desnecessárias e da arrumação das necessárias, limpar o espaço de trabalho.
4. *Seiketsu/Standardize*: o quarto S traduz para o português “padronizar” e consiste em criar um conjunto de regras que, postas em prática, mantenham o espaço de trabalho limpo e organizado. É então a metodologia de organização do 5S, e o procedimento a seguir pelos trabalhadores de forma a manter os espaços organizados e o 5S em prática.
5. *Shitsuke/Sustain*: Este S traduz para o português “manter” e consiste em manter em prática e aplicados os quatro S’s anteriores. Este S é o mais importante e o mais difícil de por em prática uma vez que é altamente influenciado pelo fator comportamental do trabalhador, e não passa só por aplicar um conceito, mas sim na consistência do mesmo em cumprir os procedimentos criados (Shahriar et al., 2022).

Em suma o 5S dita que todas as ferramentas/equipamentos devem ter o seu local designado, e devem permanecer, quando não estão a ser utilizadas, nesse mesmo sítio em boas condições e que devem-se manter disponíveis sempre que necessárias (Palange & Dhattrak, 2021).



Figura 5 - Ciclo de 5S (adaptação(Jiménez et al., 2015))

2.2.3 Gestão Visual

A gestão visual tem vindo a surgir ao longo das últimas décadas tanto em empresas de serviços como na área da produção, como um sistema que permite aos operadores terem uma melhor perceção do seu papel e das suas responsabilidades (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015). Este tipo de auxílio ao *decision making* tem sido usado nas mais diversas áreas da nossa vida pessoal para transmitir informação, com por exemplo nos semáforos (Glegg et al., 2019).

A gestão visual ou *visual management* é um sistema de gestão no qual se transmite informação a partir de estímulos visuais, que comunicam informação dentro de uma organização utilizando o olhar, ou seja, a informação é resumida num sinal visual. Esta ferramenta visa transmitir uma ação ou informação consoante os estímulos visuais recebidos (Steenkamp et al., 2017). Esta ferramenta é essencial para a implementação com sucesso da ferramenta 5S, uma vez que se baseia na interpretação visual do espaço laboral (Sharma & Lata, 2018).

2.2.4 *Standard work*

O *standard work* é no fundo um “manual” de como realizar uma tarefa e é desenvolvido de forma conjugar os procedimentos que façam a melhor combinação entre mais eficiente, mais fácil e mais seguro (Dennis, 2007). Esta prática é aplicada quando o objetivo é reduzir o desperdício e maximizar o desempenho assegurando um nível de produção que esteja a par com as necessidades impostas pelos clientes. A implementação de *standard work* integra-se no conceito de *kaizen*, e permite criar uma base que sustente futuras melhorias e permite reduzir as flutuações de produtividade entre operadores. Esta ferramenta está associada a diversas vantagens como a dinamização do processo de formação de novos trabalhadores, redução do número de lesões e acidentes de trabalho (Marinelli et al., 2021).

A aplicação desta ferramenta é a forma mais fácil de garantir que o uso de recursos, como os tempos de operação se mantêm dentro dos parâmetros definidos reduzindo a variabilidade nos procedimentos (Santos et al., 2023a).

Ao elaborar uma instrução recorrendo aos princípios de *standard work* é importante ter em consideração três aspetos:

1. Não existe só uma melhor forma de fazer as coisas.
2. São os trabalhadores quem deve elaborar os procedimentos.
3. O objetivo é criar uma base para melhorias futuras (Dennis, 2007).

2.2.5 SMED

Esta ferramenta surgiu inicialmente das filosofias da *Toyota Production System* (Reke et al., 2022), sendo o objetivo primário desta filosofia a redução de tempos de *setup* (Ferradás & Salonitis, 2013). Um *setup* é toda e cada interrupção na produção com o objetivo de fazer as alterações necessárias a um equipamento ou a um processo de forma a alterar o produto resultante desse mesmo processo. Para entender esta metodologia é importante perceber o conceito de atividades externas e atividades internas. Atividades internas são todas as atividades que são realizadas desde o momento em que para de ser produzido produto OK e passa a ser produzido produto OK outra vez. As atividades externas são as atividades que são realizadas anterior ou posteriormente ao *setup*. O objetivo base do SMED será então passar a fazer o maior número possível de atividades externamente, deixando estas de acrescentar tempo desnecessário de paragem no *setup* (Palange & Dhattrak, 2021) .

A aplicação desta ferramenta conta com 4 fases:

- Fase 0- Esta fase consideramos como uma pré-fase, e não existe ainda uma distinção entre tarefas internas e externas, e é considerado o estado inicial ou antes do SMED.

- Fase 1- Esta fase engloba a observação dos procedimentos, e a caracterização detalhada dos mesmos. Nesta fase classificam-se as tarefas como internas ou externas.
- Fase 2-Nesta fase as tarefas definidas serão reclassificadas, ou seja, é analisado quais das tarefas são internas e podem ser convertidas para externas, ou seja, quais atividades são feitas com a produção parada, mas que podem ser feitas com o equipamento em atividade.
- Fase 3-A última fase é a aplicação do trabalho feito na fase 2, e a implementação prática da nova ordem das tarefas (Simões & Tenera, 2010).

2.3 Key Performance indicators

Um *Key Performance Indicator* ou *KPI* é uma ferramenta que pode avaliar o nível de desempenho tanto a nível empresarial ou processual, e avalia uma métrica pré-definida que seja considerada crítica para o sucesso dessa empresa/processo. Sendo que o objetivo primário de um *KPI* é essencial para entender a eficiência da gestão do espaço sob avaliação. (Hey, 2017a).

O que define um *KPI* como bom ou mau é no fundo a sua credibilidade, que dita a uma equipa de gestão se este o valor dado é ou não confiável, portanto, para garantir o sucesso da aplicação de um *KPI* existem quatro aspetos a ter em atenção:

- 1) Garantir que os dados utilizados neste *KPI* são dados consistentes e de qualidade (Hey, 2017a)
- 2) Estabelecer valores de referência ou valores a atingir para cada *KPI*.
- 3) Monitorizar os *KPI* continuamente, sendo que a frequência deste acompanhamento dependerá do *KPI* em questão.
- 4) Ajustar o *KPI* a medida que as condições em que está inserido o *KPI* vão mudando (Hey, 2017a)

Todo o *KPI* deve ser selecionado de forma a contribuir e estar alinhado com os objetivos da empresa. Cada *KPI* pode impactar a empresa e o *decision-making* de forma mais ou menos eficiente, e devem ser selecionados os indicadores com maior eficiência (Hey, 2017c).

Outro aspeto importante na elaboração de um *KPI* é que deve ser um dado quantitativo em vez de qualitativo, assim, comunica com mais eficiência o dado que está a ser avaliado e este valor deve ser facilmente interpretável por todas as partes envolvidas e entendida a origem desse valor (Hey, 2017b).

3. COFICAB

A COFICAB é uma organização que atua na produção de fio elétrico com aplicação automóvel. Este mercado subdivide-se por 3 categorias:

Tier 2 – Onde é produzido o fio bobinado de grande comprimento.

Tier 1 – Nesta indústria as bobines são cortadas com o comprimento certo e aplicados os terminais, fazendo os cabos.

Tier 0 – Nesta indústria é onde os cabos são por fim aplicados no automóvel e vendidos ao consumidor final.

A COFICAB é líder mundial *Tier 2* da indústria de fio para aplicação automóvel, ou seja, produz fio bobinado para vender a empresas de *tier 1* que venderão por sua vez as grandes marcas da indústria automóvel. Neste capítulo será feita uma breve apresentação da história da organização, estrutura organizacional, gama de produtos e processo produtivo e alguns dos problemas encontrados numa primeira fase de projeto.

3.1 História

O grupo COFICAB surgiu em 1992 na Tunísia, com a abertura da sua primeira instalação industrial no mercado de fio para aplicação automóvel. No ano seguinte abriu a sua primeira unidade em Portugal, a COFPT, e concretizando assim a sua internacionalização. Durante os 8 anos seguintes consolidou a sua posição no mercado e a partir daí expandiu até aos tempos atuais. A figura seguinte representa todas as instalações abertas nesse período. Em 2020 abriu a COFGR, na qual foi realizado o projeto desta dissertação.

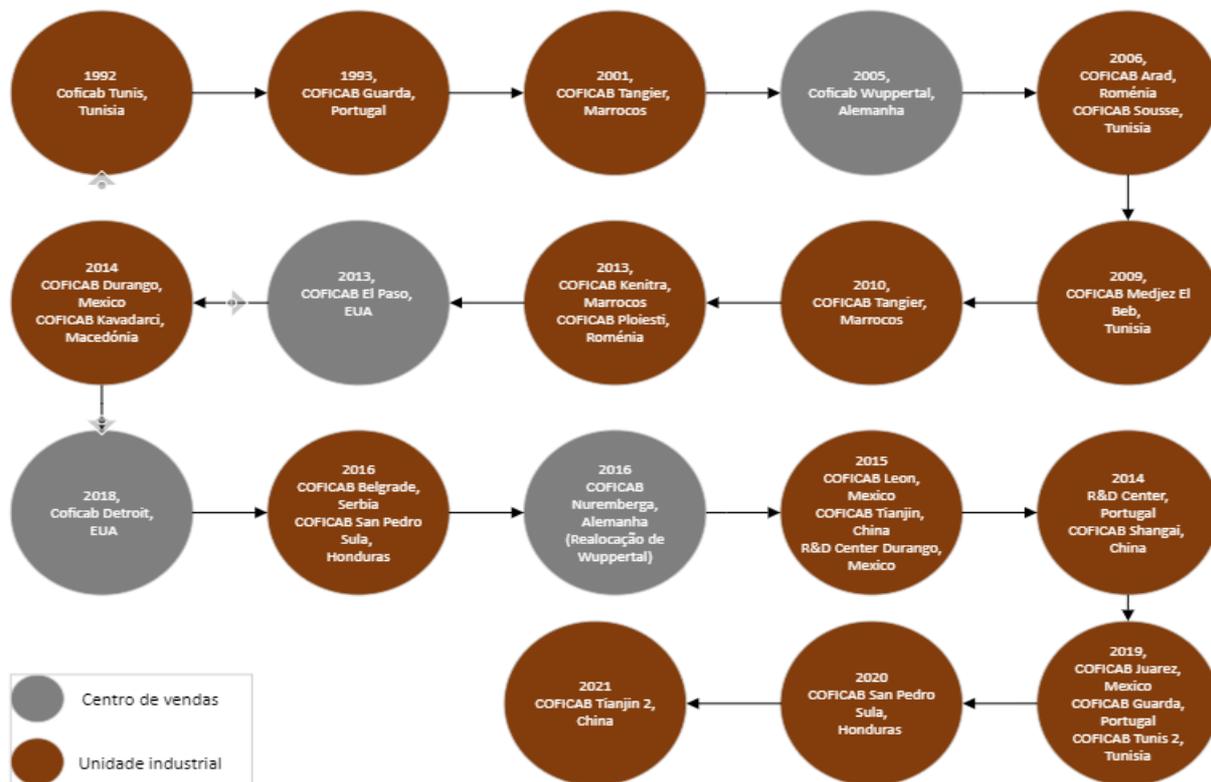


Figura 6- Evolução da COFICAB

3.2 Estrutura organizacional

A COFGR é composta por treze departamentos, sendo que cada departamento tem uma chefia que responde diretamente ao PM. Este por sua vez responde ao manager da *Corporate*. A *Corporate* não é um departamento, é a entidade que regula e gere todas as unidades pertencentes ao grupo COFICAB. No anexo 1 apresenta-se o organigrama da empresa

3.2.1 Produção

A produção é o departamento responsável, como o nome indica, pela produção do fio, este departamento está dividido em dois sub-departamentos: O metal e a extrusão. O metal é responsável pela gestão dos processos de *braiding*, *taping*, torção e trefilagem. A extrusão é responsável pela gestão do processo de extrusão.

3.2.2 Qualidade

O departamento da qualidade é o departamento que avalia todo o material desde o momento em que chegam as matérias-primas à unidade fabril, até ao momento em que sai o produto acabado. Este departamento é responsável por avaliar se os produtos e subprodutos cumprem os requisitos tanto para

ser expedidos como para continuar em produção, isto é, todos os subprodutos são testados entre processos, e desta forma evita-se que uma bobine que não reúne as condições para ser vendida seja sujeite aos processos seguintes e que represente, agregado aos mesmos, custos adicionais.

3.2.3 Logística

A logística é responsável por fazer o contacto com o cliente, agendar as entregas e planejar semanalmente as necessidades de produção. Também é responsável pela movimentação do produto acabado para armazém e pelas movimentações de parte das matérias-primas e subprodutos.

3.2.4 Finanças

As finanças é o departamento que, como o nome indica, cumprem as obrigações financeiras da empresa avaliam viabilidade de projetos a nível financeiro. São as finanças que fazem as aprovações a nível de compras e investimentos de elevado valor.

3.2.5 Compras

O departamento das compras é onde se processam todas as compras feitas pela COFGR. Todas as compras da fábrica passam por este departamento uma vez que este departamento é o canal de contacto entre a COFGR e os fornecedores. Neste departamento fazem-se as aprovações de compras de baixo valor.

3.2.6 Ambiente, Higiene e Segurança (EHS)

Ao Departamento de Ambiente, Higiene e Segurança é atribuída a responsabilidade de garantir que a todos os trabalhadores são fornecidas as ferramentas e condições para trabalhar de forma segura.

3.2.7 *Information technologies/Information systems (IT/IS)*

Este departamento é subdividido em duas equipas. A primeira equipa IT dá suporte aos trabalhadores da fábrica não diretamente envolvidos na produção e dá suporte aos equipamentos informáticos da fábrica. A segunda equipa IS é responsável por fazer integrações a nível de fábrica e de implementar conceitos de indústria 4.0 nas instalações.

3.2.8 Recursos Humanos

Os recursos humanos é o departamento trata do recrutamento, integração e formação, atividades e gestão de talentos.

3.2.9 Vendas

O departamento de vendas é quem comercializa o produto. É importante notar que a logística está também em contacto com o cliente, no entanto de uma forma diferente, enquanto a logística contacta com o cliente para negociar novas entregas, e prazos, as vendas é o departamento que contacta novos clientes e dá entrada de novos projetos na fábrica.

3.2.10 Investigação e desenvolvimento (I&D)

O departamento de investigação e desenvolvimento é o departamento onde se desenvolvem novos fios para produzir, esta equipa recebe um projeto das vendas, desenvolve e custeia o fio que corresponde a essas especificações e cria o processo produtivo do mesmo.

3.2.11 Performance industrial

O departamento de Performance Industrial é responsável por analisar os parâmetros dos equipamentos, e avaliar em caso de problemas na produção, não relacionados com manutenção. A performance industrial é também responsável por fazer localizações. Uma localização é introduzir um novo fio já desenvolvido noutras fábricas para os equipamentos da unidade fabril COFGR.

3.2.12 Controlling

O *Controlling* analisa e estrutura os dados dos indicadores de forma a facilitar a sua interpretação para a gestão de topo, neste caso, o *plant manager (PM)*. É neste departamento que os dados de produção são convertidos para indicadores.

3.2.13 Manutenção

É o departamento responsável por implementar as manutenções necessárias, no chão de fábrica, aos equipamentos relativos a produção.

3.3 Gama de produtos

A COFICAB é líder mundial na produção de fio para produção automóvel, no entanto dentro da indústria automóvel existem incontáveis aplicações, desde fios de luzes de travão, até fios de carga de elétricos.

No entanto a medida que a europa e o mundo transitam para os meios de transporte elétrico, o número de tipos de fio, assim como a quantidade de fio necessário para a indústria automóvel só terá tendência a aumentar. Para além da indústria automóvel, e com a finalidade de diversificar o seu portfolio de produtos e polivalência no mercado, já produz também fios para robôs industriais, energias renováveis e elevadores de forma a reduzir o impacto que as flutuações nos vários mercados possam ter na empresa.

3.4 Processos da COFICAB

Na COFICAB existem essencialmente 5 processos diferentes que combinados, fazem toda a gama de produtos da empresa sendo eles:

3.4.1 Trefilagem:

Existem dois momentos de trefilagem. No primeiro momento de trefilagem, uma bobine com 8mm de diâmetro é “esticada” para uma bobine com 1,8mm de espessura. O segundo momento de trefilagem dá-se quanto as bobines de 1,8mm são trefiladas para bobines com espessuras variáveis de acordo com o produto que está a ser feito. Se este processo não for bem executado poderão surgir problemas posteriormente, tanto a nível mecânico como elétrico. A COFGR, no entanto, já recebe as bobines de 1,8mm da COFPT (primeira instalação fabril da COFICAB em Portugal) uma vez que a capacidade de trefilagem desta fábrica é suficiente para alimentar as duas unidades. Sendo que na COFGR só é feito o segundo momento de trefilagem.

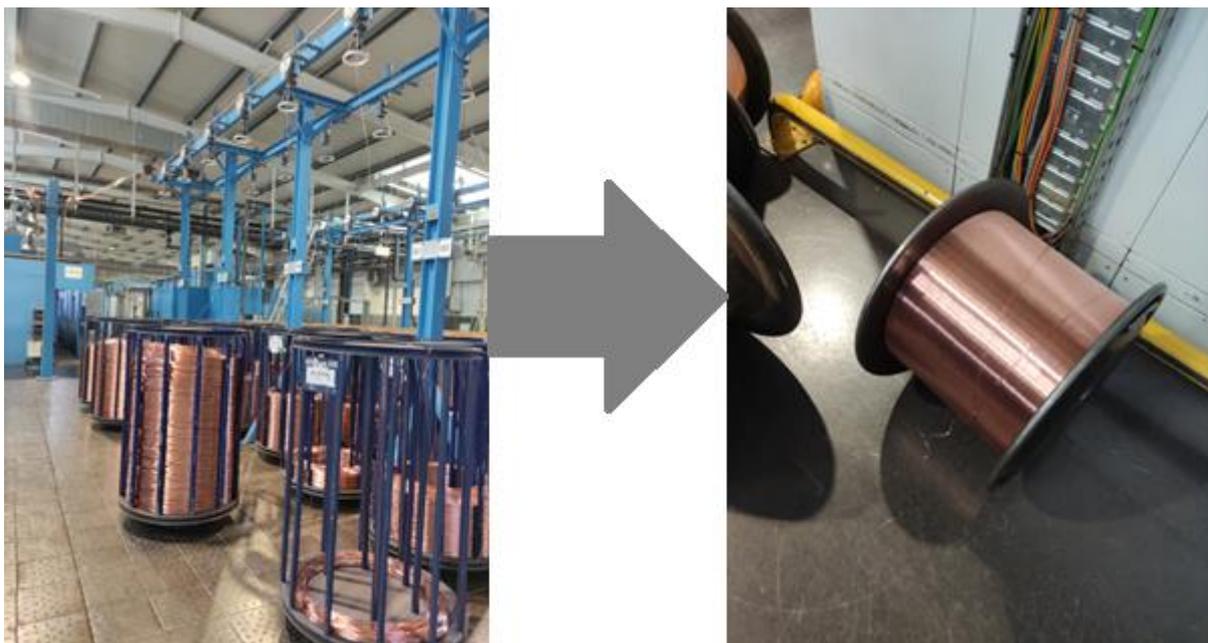


Figura 7 - Bobine antes e depois do processo de trefilagem

3.4.2 Torção

Assim como na trefilagem existem também dois momentos de torção. O primeiro momento é necessário para toda a gama de fios produzida, é a torção do cobre, na qual os capilares (termo dado a um cada um dos fios constituintes do fio de cobre) trefilados anteriormente são torcidos uns nos outros formando uma espécie de “trança”. Este processo é o que confere aos fios elasticidade e maleabilidade. Existe um segundo momento de torção, não sendo este necessário para todos os produtos, que é a torção de singles. Neste segundo momento, dois ou mais singles são torcidos, fazendo um só. Um single é no fundo um fio de cobre com uma camada de extrusão.

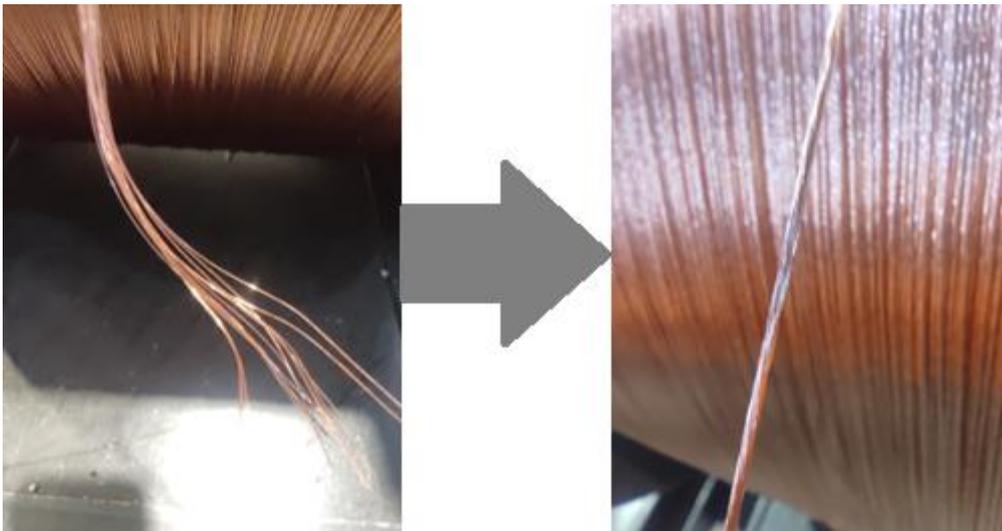


Figura 8 – Bobine antes e depois do processo de torção

3.4.3 Extrusão:

Este processo consiste em revestir o fio com uma camada de um material de forma a isolar e a proteger o cobre. Também este processo poderá passar por dois momentos, no primeiro momento, que é a extrusão de cobre, por onde passam todos os produtos, resultando num single, no entanto o segundo momento, que consiste na aplicação de uma segunda camada de extrusão, ou bainha, só parte dos produtos é que são sujeitos. A bainha é a designação da segunda camada de extrusão. Por norma é feita numa bobine de singles torcidos.



Figura 9 – Bobine antes e depois do processo de extrusão

3.4.4 Enfitamento:

Este processo consiste em envolver o fio numa fita. Este processo serve para fornecer ao fio proteção contra interferências eletromagnéticas ou proteção do revestimento, dependendo do tipo de fita que é usado.

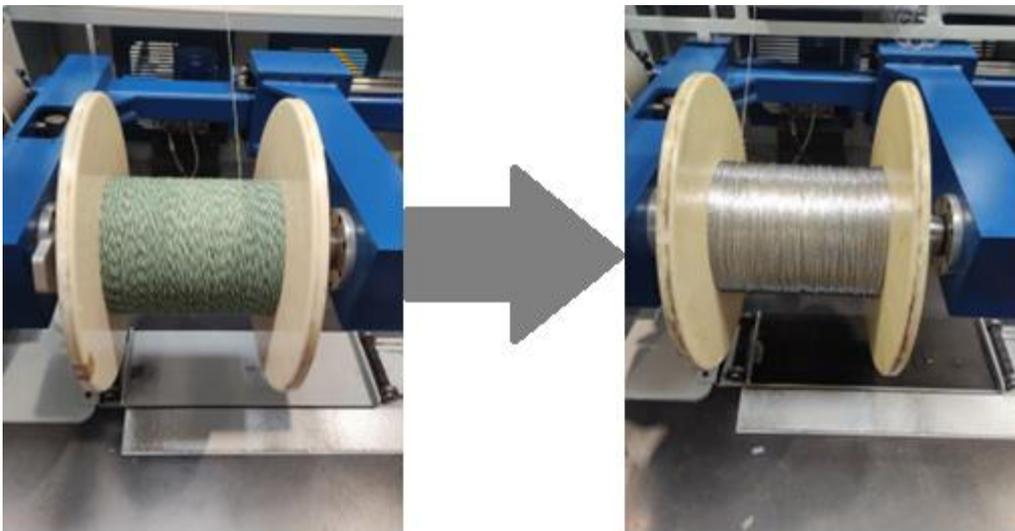


Figura 10 - Bobine antes e depois do processo de enfitamento

3.4.5 Braiding.

Neste processo o fio é coberto com uma malha e assim como no enfitamento, esta malha confere ao fio uma proteção extra contra interferências magnéticas.

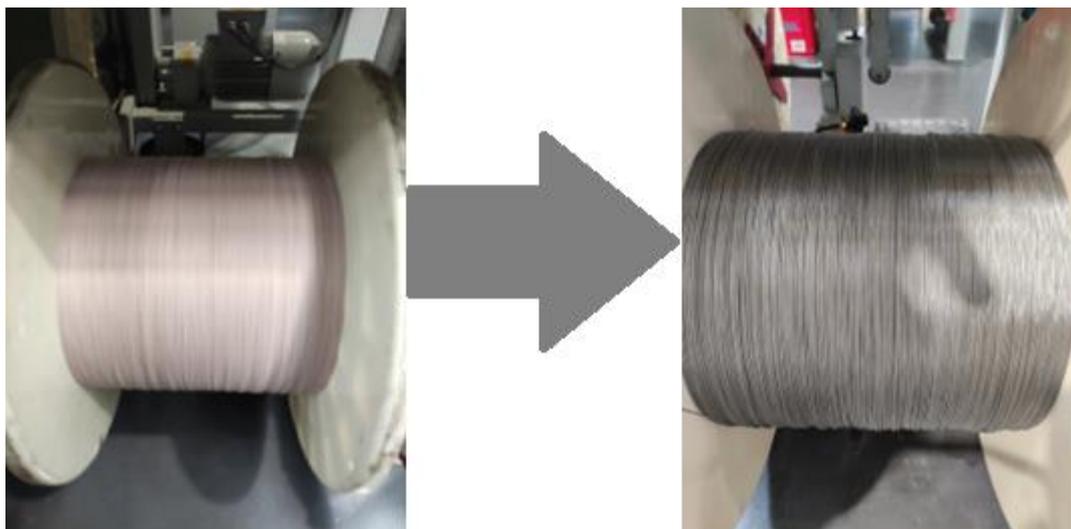


Figura 11 - Bobine antes e depois do processo de braiding

Toda a gama de produtos é sujeita aos dois momentos de trefilagem, e a pelo menos um de torção e um de extrusão. A passagem pelos processos de enfitamento e *braiding* será dependente dos requisitos do fio por parte do cliente, assim como segundas passagens por torção e extrusão. As figuras 7, 8, 9, 10 e 11 representam o *input* e o *output* de cada processo.

3.4.6 Layout da fábrica

Este layout foi concebido de forma a reduzir os custos de logísticos internos da fábrica. As oito zonas distinguidas no layout acima são as oito zonas por onde o produto pode passar desde o início da sua produção até ser expedido.

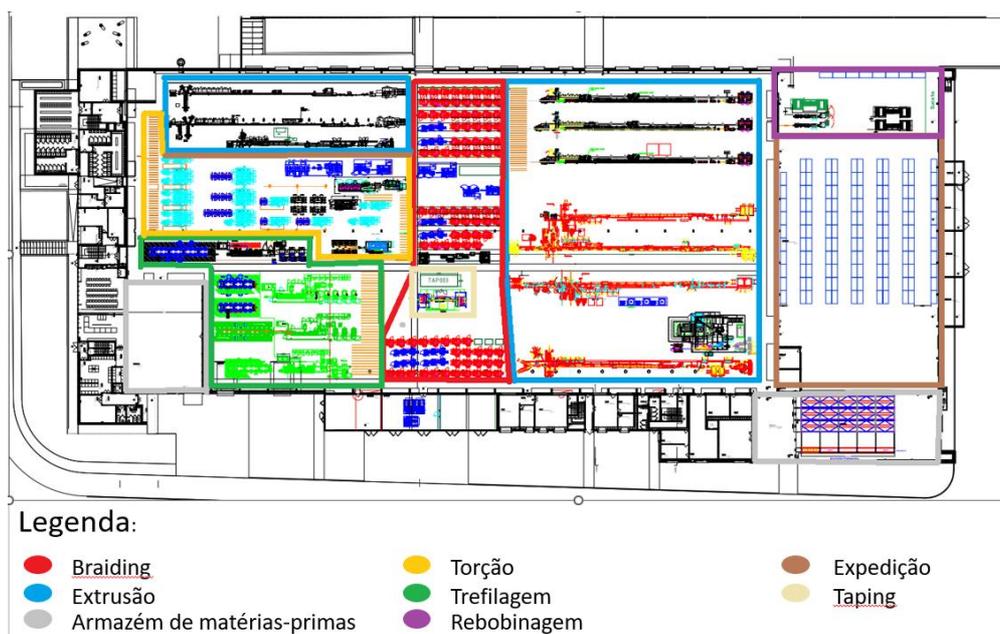


Figura 12 - Layout das instalações COFGR

3.4.7 Fluxo de materiais

Devido a diversidade da gama de produtos feitos na COFICAB, não existe um fluxograma único para os milhares de referências de fio produzidas na COFICAB. Neste sentido, o anexo 2 representa o fluxo de materiais exemplificativo de um fio com dois singles, com fita, malha e bainha, sendo que é um exemplo que envolve todos os processos da COFICAB. Não existe, portanto, uma gama operatória que englobe todas as referências produzidas na COFGR.

3.4.8 Fluxo de informação numa encomenda

A encomenda é recebida na COFGR, conforme a encomenda recebida, a referência pode já existir na COFICAB. Se existir a logística fará o tratamento dos prazos de entrega e a produção é encaixada conforme este mesmo prazo de entrega. Se a referência não existir é encaminhada para as vendas que fazem a criação da referência, e encaminham para o ID (Investigação e desenvolvimento) que irá fazer a criação do fio, do seu processo produtivo, consoante as especificações escolhidas pelo cliente e o custeio do mesmo. Este período de desenvolvimento dura entre 6 e 12 meses. Criado o processo e conforme o interesse do cliente na proposta feita, a logística encarregar-se-á então de fazer o contacto com o cliente, e acordar quantidades e datas de entrega e a mesma é responsável pela expedição.

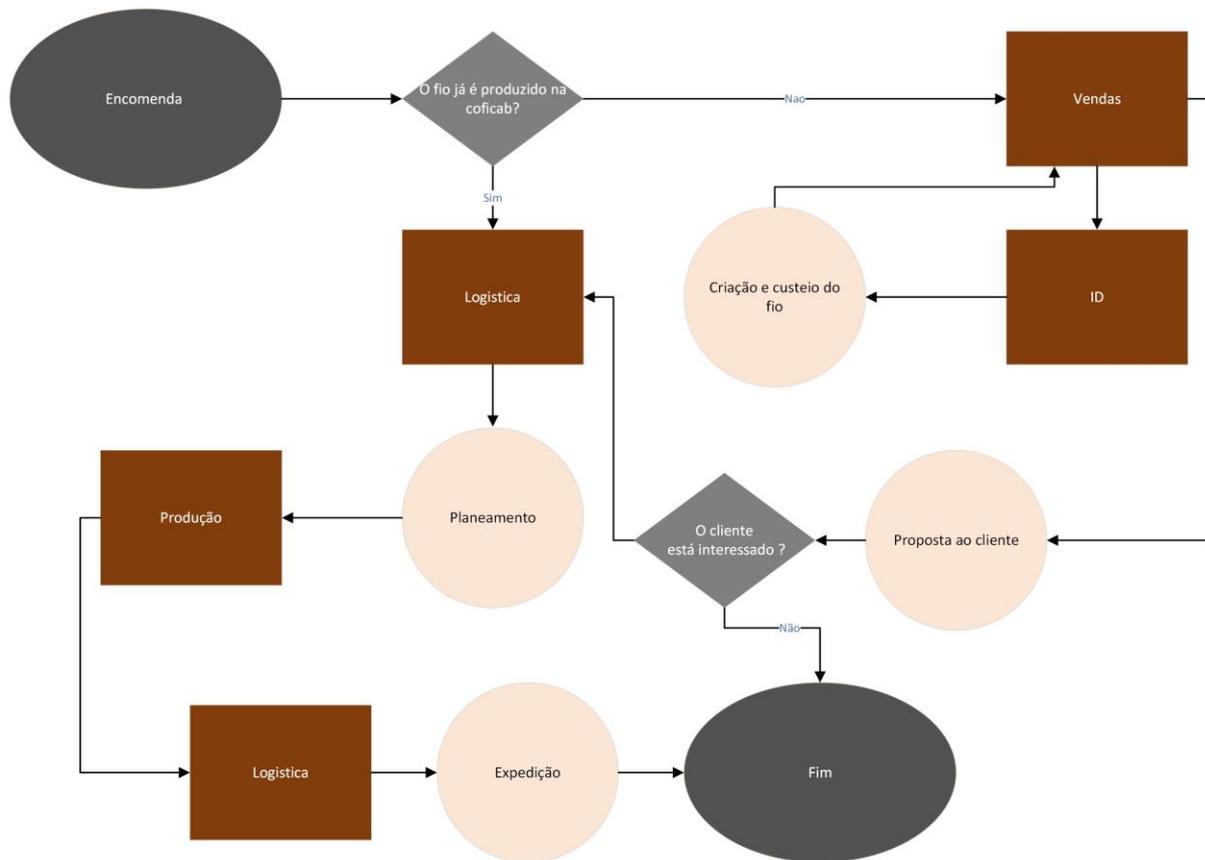


Figura 13 - Fluxo de informações

3.5 Processo de extrusão

O processo de extrusão consiste no revestimento do cobre com um material protetor. Este processo é feito automaticamente pela linha de extrusão, tendo o operador apenas de controlar/supervisionar os avisos da máquina, agir em concordância e fazer os *setups* necessários. Na extrusora estão incorporados diversos equipamentos que comunicam ao operador se alguns dos parâmetros da produção está abaixo do especificado. Esta linha de extrusão representa por excelência o conceito de *Jidoka*.

3.5.1 Linha de extrusão

Para o processo de extrusão são necessários um subproduto e duas matéria-prima, que serão variáveis que são o material do neutro e de colorizante para o material de extrusão.

O subproduto é, portanto, o cobre torcido, que chegando a este ponto já passou pelo menos por dois processos, a trefilagem e a torção.

A bobine de cobre torcido é então um dos inputs do processo de extrusão. O material de revestimento é a matéria-prima e dependendo da referência a produzir, pode ser um de quatro bases poliméricas, polietileno, polipropileno, policloreto de vinil ou poliuretano. Este material é alimentado no equipamento

de extrusão sob a forma de granulado. Este material de revestimento é o que será o combinar de duas matérias-primas sendo que a primeira é o neutro, que é a base do material de revestimento, e o segundo é o colorizante que é a matéria-prima que dá cor ao material.

A linha de é composta pelos seguintes equipamentos:

Pay-off Na linha de extrusão em estudo existem duas *pay-offs* de acordo com a bobine de alimentação que será utilizada. Estas *pay-offs* serão utilizadas de acordo com a secção (a secção do fio é no fundo a sua área mínima de condutor utilizado ao longo do fio, ou seja, quanto maior a secção maior, a quantidade de cobre em um metro de fio) do fio produzido. Se o fio produzido for de secção baixa usa-se a *pay-off* dinâmica. Nesta *pay-off* o cobre é alimentado ativamente pela *pay-off*, ou seja, o fio é desbobinado pelo equipamento de forma a ser aplicada pouca tensão no fio para proteger o fio da abrasão mecânica e assim evitar quebras. Na *pay-off* estática a bobine é pousada transversalmente à linha, e a extrusora vai puxando o fio à medida que o vai extrudindo. Esta *pay-off* é utilizada em fios com secções maiores uma vez que são mais resistentes a tensão. A *pay-off* estática é a *pay-off* que mais se utiliza. O conceito de secção é importante para a fase de desenvolvimento.



Figura 14 – *Pay-off* estática da linha de extrusão

Pré-aquecedor- o pré aquecedor é um equipamento que aquece o cobre imediatamente antes de entrar na cabeça de extrusão, para que a diferença de temperatura repentina não afete as propriedades mecânicas e elétricas do cobre. Um pré-aquecimento deficiente pode levar a uma de duas consequências, o choque térmico no cobre enfraquece-o e torna-o mais propício a quebras na linha, e a consequente paragem da linha, ou, afeta as propriedades condutivas do mesmo, e o fio é NOK porque apresenta demasiada resistência, e não é, portanto, viável para venda.



Figura 15 - Pré-aquecedor Linha 12

Extrusora- A extrusora é o equipamento que coloca o revestimento a volta do cobre, derretendo o granulado e passando por uma feira para ficar preso ao fio.



Figura 16 - Extrusora da linha 12

Camara de diâmetros a quente – Nesta camara de diâmetro é medido o diâmetro a quente do fio produzido. Esta camara de diâmetro serve para controlar o débito de material pela extrusora.

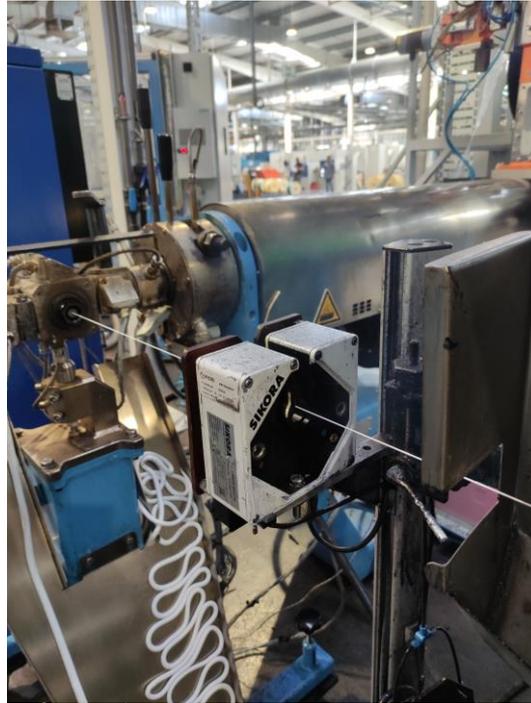


Figura 17 - Camara de diâmetro a quente

Marcador – O marcador é o equipamento que marca o fio. Esta marcação é definida pelo cliente no momento da compra e contém as informações necessárias para poder ser identificado pelo cliente no momento da aplicação



Figura 18 - Marcação de um fio, feita pelo marcador

Pré-caleira - A pré-caleira é um tanque de água quente onde o fio será mergulhado para arrefecer mais rapidamente. A pré caleira é separada da caleira uma vez que a primeira submersão deve ser feita em água quente. Esta primeira submersão em água quente serve para não haver uma queda repentina na

temperatura do material e não haver, conseqüentemente, um choque térmico no material de revestimento, este choque térmico pode comprometer a qualidade do revestimento.



Figura 19 - Pré-caleira da linha 12

Caleira - A caleira é um tanque de água fria para terminar o arrefecimento do fio. Depois da passagem pela pré-caleira o fio poderá ser mergulhado em água fria sem que a diferença de temperatura afete as características mecânicas do material.



Figura 20 - Caleira da linha 12

Sopraadores- Os sopraadores aplicam jato de ar de alta pressão contra a direção para qual o fio está a ser bobinado, de forma a secar o fio que passou em água. Os sopraadores são necessários para secar o fio depois da caleira por duas razões, para o fio ser bobinado seco, e para que a camara de nódulos e afundamentos não detete erros falsos que poderão resultar numa paragem de linha desnecessária.



Figura 21 - Sopradores utilizados na linha 12

Spark-tester - No *spark-tester* é aplicada uma tensão no fio, de forma a detetar se o isolamento tem falhas. É neste sub-processo que são detetadas falhas no revestimento. Basta uma falha no *spark-tester* para o fio ser sucitado, uma vez que uma falha no isolamento torna o fio inviável para aplicação automóvel.



Figura 22 – Spark-Tester da linha 12

Camara de nódulos e afundamentos – O fio passa paralelamente a esta camara que deteta e mede os nódulos e afundamentos no fio. Os nódulos e afundamentos têm um intervalo aceitável que podem ter, se o valor lido passar este intervalo, é enviado um aviso para o sistema. No caso de serem lidos vários valores inaceitáveis seguidos de nódulos e afundamentos a linha deve parar e a extrusora deve ser limpa.



Figura 23 - Camara de nódulos e afundamentos

Camara de diâmetro a frio- O fio passa perpendicularmente a esta câmara que mede o fio e avisa o sistema se o diâmetro passar os limites definidos. Assim como na camara de nódulos e afundamentos, se houver vários erros de diâmetro seguidos, a linha deve ser parada e a extrusora deve ser limpa.



Figura 24 - Camara de diâmetro a frio

Compensadores- Os compensadores são equipamentos que se encontram em várias fases da linha e têm a finalidade de compensar as perdas de energia ao longo da linha e assegurar que o fio não está sujeito a uma tensão demasiado elevada.



Figura 25 - Compensador da linha 12

Bobinadora- A bobinadora é a última fase do processo de extrusão, é onde o fio produzido é transformado numa bobine forma a facilitar o transporte. Daqui a bobine poderá seguir para a expedição ou, caso não seja produto acabado, para o próximo processo.



Figura 26 - Bobinadora da linha 12

3.5.2 Funcionamento da linha de extrusão

A linha 12 de extrusão tem duas extrusoras, a extrusora principal que é o equipamento que reveste o cabo e tem, portanto, um débito de material superior, e a extrusora secundária, que é uma extrusora mais pequena e é utilizada quando o fio a ser produzido tem duas cores. Estes dois produtos denominam-se de com *fillet* e sem *fillet*, sendo que o *fillet* é a peça que se introduz na cabeça de extrusão para permitir que o fio seja revestido com duas entradas de material de cores diferentes.



Figura 27 - Fio com fillet (verde e vermelho) e sem fillet (preto)

A extrusora é o equipamento chave deste processo, e é importante entender a base do seu funcionamento para entender alguns outros conceitos que serão falados ao longo deste documento.

A extrusora é composta por quatro componentes principais, as tremonhas, a torre, o canal de extrusão e a cabeça de extrusão.

As tremonhas é onde é abastecido o material. Existem seis tremonhas para cada linha de extrusão, sendo que há três para cada extrusora. Destas três tremonhas, uma delas é onde é abastecido o material neutro, e as outras duas são as tremonhas onde são abastecidos os colorizantes. As duas tremonhas de colorizante servem para dinamizar o processo de troca de cor, uma vez que a cor da próxima produção estará sempre pronta previamente, de forma a ser só trocar a origem do colorizante no HMI (Human machine interface).

A torre está posicionada abaixo das tremonhas, e é onde é feita a mistura de neutro e colorizante. A tremonha de neutro e a tremonha de colorizante deixam cair a mistura que está na receita, e na torre é onde os dois granulados se misturam.



Figura 28 - Tremonhas (plataformas cónicas) e torre (estrutura laranja)

A torre está diretamente ligada ao canal, que é onde o material é aquecido até à temperatura certa para ficar com o nível de fluidez certo, de forma a permitir a extrusão. Dentro do canal existe um fuso que ao rodar vai empurrando o material. O material percorre todo o canal, sendo que uma vez que chega a cabeça de extrusão já tem a fluidez e textura certos para ser extrudido.

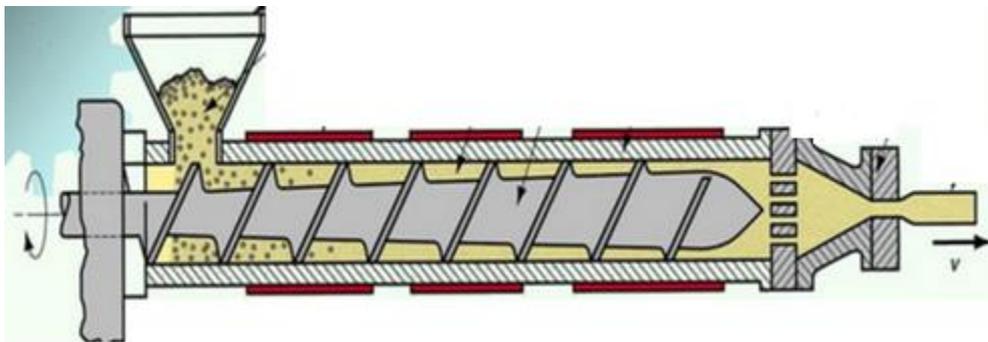


Figura 29 - Princípio de funcionamento da extrusora (adaptado de documento interno da COFICAB)

Por último, na cabeça de extrusão é onde acontece a extrusão propriamente dita, é onde o cobre e o material de extrusão se encontram. Aqui o material é empurrado de trás pelo fuso e é passado por uma fiera com a espessura desejada. A medida que o cobre vai passando na cabeça de extrusão, o fuso vai empurrando a quantidade de material exata por metro de cobre. A rotação do fuso é controlada pela camara de diâmetro a quente, se o diâmetro subir acima do valor medio do diâmetro especificado para o fio, a rotação do fuso diminui e vice-versa.



Figura 30 - Cabeça de extrusão

3.5.3 Abastecimento de matérias-primas para a linha 12

Abastecimento de material de revestimento:

Os fornecedores das bases poliméricas vendem o material neutro em *big-bags* com 1200kg de granulado. Este granulado é abastecido as linhas através de um sistema de sucção por tubos. Neste sentido, o *big-bag* com o material certo deve ser colocado na origem certa deste sistema de sucção.

O abastecimento de neutro é feito através de um sistema de sucção que pode vir desde o armazém ou dos secadores, caso o fio a ser produzido seja com um material que necessite de passar no secador.

Neste sentido o operador de logística é informado do material que vai entrar em produção, e este é posicionado no armazém de forma a, quando acontecer o *setup*, o operador só tenha de ir ao armazém e trocar a origem do neutro. Caso o material precise de ir ao secador, o operador de logística é informado com a devida antecedência (varia dependendo do material) e leva o neutro para o secador.

A figura 31 representa o sistema de sucção de abastecimento da fábrica.

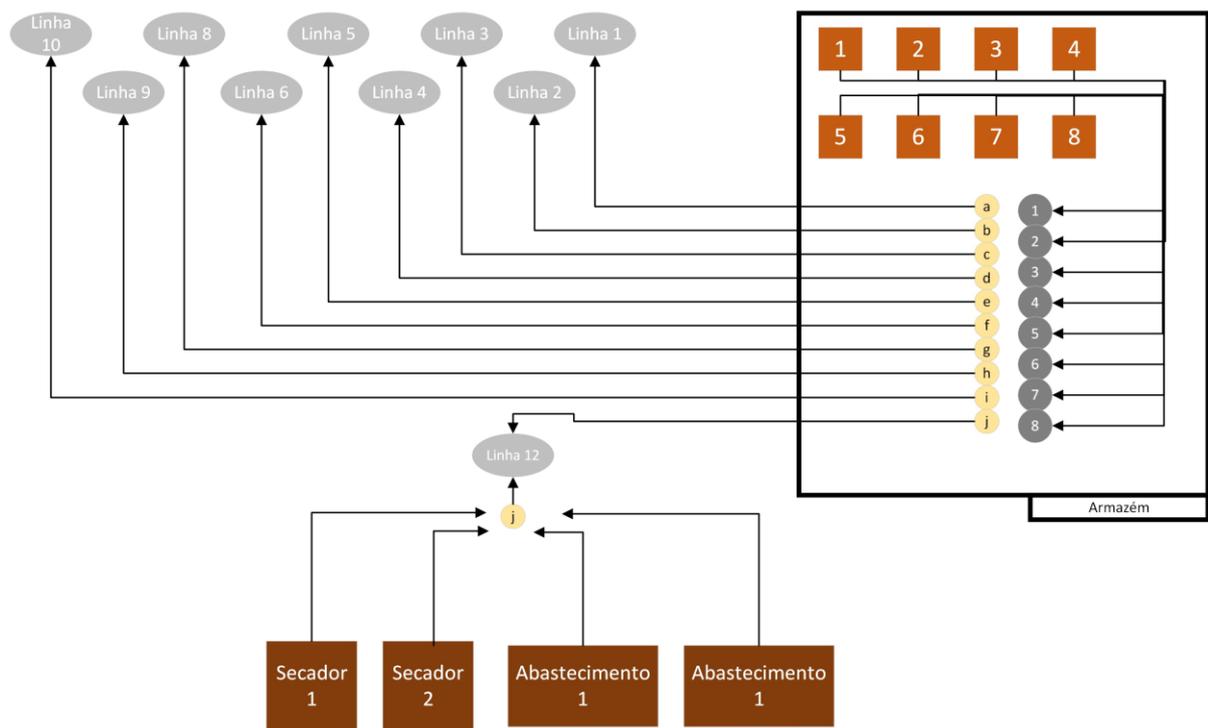


Figura 31 - Esquema do sistema de sucção usado para abastecer o granulado

1) Armazém

Como se pode verificar pela figura 31, o armazém está diretamente ligado as tremonhas da linha de extrusão 12. No momento de troca, o operador deve colocar a mangueira “j”, na origem certa, sendo que o operador de logística coloca os *big-bags* nos espaços numerados na figura de 1 a 8. O operador de linha identifica então qual o número do espaço com o próximo material. Por exemplo, o operador está a usar o material que está no espaço 2, e pretende-se passar a usar o material que está no espaço 4, deve desligar a mangueira do “j” do espaço 2 mudar para o 4. Ao lado dos secadores existem dois espaços extras para colocar os *big-bags* caso os 8 espaços dentro do armazém estejam ocupados.



Figura 32 - Kanban de abastecimento no armazém

A figura 32 representa o *Kanban* de abastecimento presente no armazém e o sistema que permite ligar espaços diferentes de abastecimento as diferentes linhas.

2) Secadores

O mesmo procedimento existe nos secadores, sendo que, caso o material necessário necessite de passar no secador o operador de logística deverá colocar o *big-bag* perto do secador 1 ou 2 e o operador deve encher o secador em questão com o conteúdo do *big-bag* e deixar o material a secar durante o tempo necessário. Quando o material for para ser utilizado o operador deve trocar o input da linha para o secador com esse material. Existem dois secadores para o caso de existirem duas produções seguidas com materiais que precisem de ir ao secador.



Figura 33 - Secadores da linha 12

3) Abastecimento de cobre

O abastecimento do cobre faz-se nos *kanbans* da linha 12 e é feito pelos operadores do departamento de metal responsáveis pela torção do mesmo. Ou seja, assim que a bobine com secção certa estiver acabada o operador deve levar a bobine e colocar em uma das calhas de alimentação certas para aquela secção. Existe acima das calhas de alimentação um ecrã que informa ao operador de extrusão em que calha está a bobine de cobre certa para a produção. Na figura 34 consegue-se ver o *kanban* das bobines de cobre da extrusão, e a ferramenta que os operadores utilizam para levar a bobine.

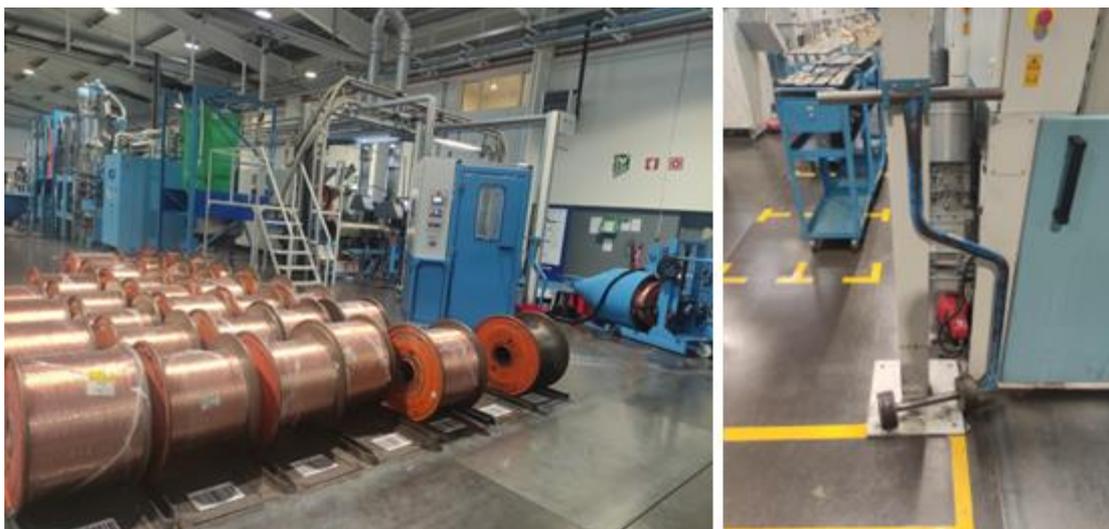


Figura 34 - Kanban de alimentação do cobre e ferramenta de transporte

3.5.4 Indicadores do processo de extrusão

O desempenho da extrusão é avaliado com *KPIs (key performance indicators)*, sendo que estes *KPIs* avaliam o processo quanto a eficiência, produtividade e qualidade.

Os *KPIs* para o processo de extrusão são então, o *running time (RT)*, *speed efficiency (SE)* e *First time quality (FTQ)*.

O *running time* é a percentagem do turno que o equipamento esteve a produzir fio OK e avalia, portanto, quanto a produtividade, sendo que o *target* é 85%.

O *first time quality* é o *KPI* que avalia a percentagem de fio OK produzido e avalia a qualidade, e o *target* é 100%.

O *speed efficiency* traduz a percentagem de fio que se produziu relativamente a quantidade de fio que estava planeada e avalia a eficiência da linha e o *target* é também 100%.

3.5.5 Desperdício na linha de extrusão

Na linha de extrusão o desperdício de material manifesta-se sob a forma de purga. Existem duas tremonhas com colorizante para poder abastecer material para as próximas duas produções, assim quando existe uma troca de cor é só preciso trocar a origem do colorizante. Fazendo esta troca na origem o material que estava no fuso vai ser empurrado pelo material novo, sendo que todo o material que sai desde o momento em que se troca de material até ao momento em que começa a sair a nova cor é sucata. A sucata não acontece só na troca de cor, uma vez que sempre que a extrusora esteja parada, a extrusora continua a debitar material, durante o tempo da sua paragem.

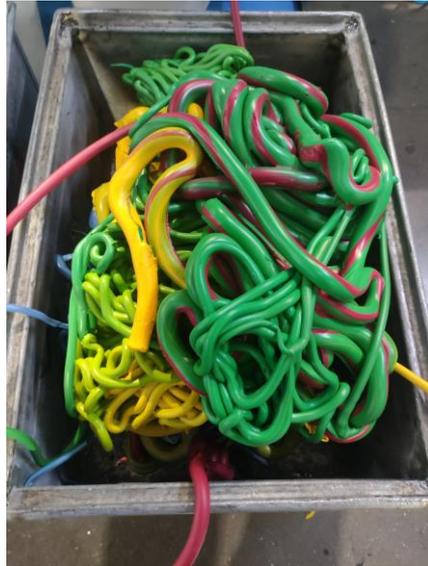


Figura 35 - Purgas feitas nas linhas de extrusão

3.5.6 Alguns problemas identificados que poderão ter influência na produtividade da linha

Existem outros problemas nesta linha de extrusão que podem ter influência negativa no indicador RT.

1- Planeamento da extrusão ocupa demasiado tempo

As necessidades de produção para a semana são elaboradas pela logística, o planeamento, no entanto deve ser sempre ordenado por um responsável da extrusão. A lista com as necessidades de produção é enviada pela logística, e por norma o especialista ou o coordenador de extrusão terão de alinhar de forma que esta linha tenha o melhor rendimento possível. Isto não seria problemático se estes responsáveis, recebessem o planeamento num dia com uma carga de trabalho inferior, no entanto esta lista é enviada à sexta-feira pela logística, e por vezes é preciso adiar outras tarefas importantes de forma a conseguir tratar do planeamento a tempo do arranque na semana seguinte.

2- Método de trabalho não padronizado

Aquando do início do projeto a formação dada aos operadores é dada por operadores mais antigos, esta prática pode ter vantagens, mas poderá ter algumas desvantagens. Não havendo um método de trabalho definido os operadores mais antigos vão formar de acordo com aquilo que se habituaram a fazer, incluindo as más práticas. Posto isto, é impreterível que haja uma forma certa de fazer um dado trabalho

3- Ferramentas inadequadas e/ou em falta das mesmas no local de trabalho.

Este problema é um problema geral nas linhas de extrusão, no entanto na linha 12 podemos considerar como sendo mais grave porque quaisquer atrasos nesta linha estão associados vários atrasos posteriores.

A disponibilidade das ferramentas certas para realizar um trabalho é essencial para que não haja atrasos, no entanto, por diversas causas, as ferramentas estão mais vezes em falta do que as vezes em que estão no lugar certo à hora certa.

4- Sopradores em falta

Existem poucos sopradores com as diferentes medidas, ou seja, estes sopradores sendo usados em várias das linhas de extrusão, a probabilidade de não estarem onde são necessários quando são necessários é elevada, podendo causar um de dois cenários possíveis. Ou o operador vai a procura do soprador com a medida certa que pode estar em 1 de 10 linhas de extrusão, e perde produção, ou então ignora a instrução, utiliza um soprador inadequado, e a sopragem deficiente vai causar erros falsos de nódulos e afundamentos. Qualquer um destes cenários será custoso para a empresa, quer seja pelos custos extra de retrabalho, que será neste caso rebobinar para reavaliar os nódulos ou acarreta custos de não produção uma vez que a linha terá de parar enquanto o operador procura o soprador necessário.

5- Limpeza do marcador demorada

Ao trocar de referência é necessário trocar a marcação para o novo fio a produzir, e cada vez que se troca o marcador é necessário limpar a ponta do marcador. O processo de limpeza em si não é demorado, no entanto, o solvente utilizado para a limpeza encontra-se guardado num armário que está a uma distância que corresponde a 300m ida e volta. É necessário arranjar uma forma que permita aos utilizadores não terem de perder esse tempo cada vez que tem de ir buscar o solvente.

6- Produtividade abaixo do esperado

Este problema poderá ser considerado mais geral, no entanto é pretendido arranjar uma forma que encoraje os operadores a competir de forma saudável, e fazer com que essa competição se traduza no aumento dos indicadores.

7- Gestão de material em secadores

Alguns materiais precisam de estar com o nível certo de humidade para poderem ser utilizados na extrusão. Para atingir o nível de humidade desejado deve ser posto num secador, e deve ser secado durante 4-8H (dependendo do material). No entanto, sendo o sistema de gestão dos secadores deficiente,

poderá acontecer chegar ao momento planeado na produção, e o material não ter sido posto no secador a tempo, gerando atrasos incontornáveis na produção.

8- Erros falsos de nódulos e afundamentos

Existem várias referências de produto que tem os valores para tolerância de nódulos e afundamentos que não estão de acordo com os valores definidos pela *corporate*. No entanto na COFGR, ao produzir um fio, se as tolerâncias definidas forem abaixo dos valores definidos pela *corporate*, a camara vai ler mais afundamentos e/ou nódulos inaceitáveis do que os que existem, e estas leituras podem levar a *setups* desnecessários, de limpeza, mesmo que algumas das vezes os valores lidos, sendo comparados aos valores *corporate*, continuam a estar dentro do intervalo aceitável.

4. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA SMED

O âmbito do projeto na COFICAB teria como objetivo primário aumentar o *running time* da linha 12 de extrusão. Esta linha de extrusão é a mais recente linha de extrusão da COFGR estando ainda, por esse motivo com um desempenho abaixo do esperado. Esta linha é uma linha de extrusão de singles que representa neste momento um gargalo significativo na produção dentro da COFGR. O *running time* esperado para as linhas de produção é de 85%, ou seja, 85% do tempo planeado de produção a extrusora deve estar a fazer produto OK. Um gargalo numa linha de singles deve ser combatido uma vez que muitas das vezes estes singles não são produto acabado, e um atraso nesta produção poderá causar constrangimentos em processos posteriores.

O objetivo deste projeto será garantir que o RT mínimo exigido para a linha é sempre cumprido.

4.1 Apuramento dos *setups* críticos

Na aplicação da ferramenta SMED é fundamental identificar os *setups* críticos. Por *setups* críticos entendem-se os *setups* que terão maior impacto nos indicadores de produção. O KPI que é pretendido melhorar com a implementação do SMED é *running time* que é a percentagem do tempo que havia produção planeada para o turno e o tempo que realmente houve de produção. Para atingir este objetivo, definiram-se como *setups* críticos os que mais impacto têm por norma neste KPI. Ou seja, os *setups* identificados como críticos são:

-Os mais demorados

-Os mais frequentes

De forma a identificar os mais recorrentes, utilizou-se uma *spreadsheet* com o historial de produtos feitos na Linha de extrusão, e aplicou-se uma macro que fizesse a contagem de quantos setups houve desde a instalação da linha de extrusão sob estudo.

Concluiu-se que os *setups* críticos são:

Setups mais demorados:

Estes *setups* são os que apesar de ocorrerem em reduzido número, quando acontecem têm um impacto muito significativo no *running time*.

1. -Mudança de fuso

A mudança de fuso ocorre uma vez que materiais diferentes têm propriedades químicas diferentes e devem ser, portanto, trabalhados conforme essas mesmas propriedades. Neste caso a mudança de fuso

ocorre quando existe uma mudança na base polimérica utilizada. Ou seja, existem 2 fusos, e cada um desses fusos é feito para trabalhar materiais, existe, portanto, um fuso que será apropriado para extrudir PP, PVC e PUR e um fuso designado para extrudir PE. Este *setup* é realizado de cada vez que se muda entre estes grupos de bases poliméricas.

Setups mais frequentes:

2. -Mudança de cor

Este *setup* ocorre sempre que muda a cor entre os fios a ser produzidos na linha, por exemplo, passa-se da produção de um fio branco para um fio amarelo. Este *setup* embora tenha poucos passos para o operador pode ser demorado uma vez que o setup depende do tempo que precisamos de purgar a extrusora.

3. -Mudança de material

Neste *setup* é necessário de cada vez que se mudará o material de extrusão dentro da mesma família, não sendo, portanto, necessário mudar o fuso da extrusora.

4. -Mudança de secção

A mudança de secção existe sempre que entre duas produções muda a secção do cobre de alimentação da linha.

4.1.1 Desenvolvimento de uma ferramenta de planeamento em *Excel*

De forma a atacar o problema de planeamento descrito no capítulo 3.5.1, desenvolveu-se uma ferramenta que faz o planeamento de forma automática, retirando aos responsáveis de produção essa carga. Esta ferramenta deverá ordenar, há semelhança do que era previamente feito, de forma a minimizar o número de *setups* e o desperdício. A lista de planeamento é enviada pela logística e vem no formato: Referência: Descrição: Material de extrusão: Metros. A figura 36 é um exemplo de uma tabela de produção enviada pela logística antes de ser alinhada

| Ordenar | | | Limpar | | |
|-------------|------------------------|------------|---------|--------|---------|
| WF PN | descrição | Jackel | Metros | Secção | Materia |
| 2X4B0250050 | FLR2X-B T4 2.50 WH | COFPEXT4-M | 3 200 | | |
| 2X4B0250054 | FLR2X-B T4 2.50 WH/OG | COFPEXT4-M | 6 400 | | |
| 2X4B0250055 | FLR2X-B T4 2.50 WH/RD | COFPEXT4-M | 4 472 | | |
| 2X4B0250055 | FLR2X-B T4 2.50 WH/BN | COFPEXT4-M | 9 600 | | |
| 2X4B0250056 | FLR2X-B T4 2.50 WH/VT | COFPEXT4-M | 1 600 | | |
| 2X4B0250253 | FLR2X-B T4 2.50 GY/YE | COFPEXT4-M | 16 000 | | |
| 2X4B0250256 | FLR2X-B T4 2.50 GY/VT | COFPEXT4-M | 25 600 | | |
| 2X4B0250350 | FLR2X-B T4 2.50 YE | COFPEXT4-M | 12 800 | | |
| 2X4B0250352 | FLR2X-B T4 2.50 YE/GY | COFPEXT4-M | 3 200 | | |
| 2X4B0250355 | FLR2X-B T4 2.50 YE/RD | COFPEXT4-M | 3 200 | | |
| 2X4B0250356 | FLR2X-B T4 2.50 YE/BU | COFPEXT4-M | 26 973 | | |
| 2X4B0250400 | FLR2X-B T4 2.50 GN | COFPEXT4-M | 16 000 | | |
| 2X4B0250400 | FLR2X-B T4 2.50 GN/WH | COFPEXT4-M | 6 400 | | |
| 2X4B0250450 | FLR2X-B T4 2.50 OG | COFPEXT4-M | 3 200 | | |
| 2X4B0250450 | FLR2X-B T4 2.50 OG/WH | COFPEXT4-M | 9 580 | | |
| 2X4B0250500 | FLR2X-B T4 2.50 RD | COFPEXT4-M | 19 200 | | |
| 2X4B0250500 | FLR2X-B T4 2.50 RD/WH | COFPEXT4-M | 3 200 | | |
| 2X4B0250550 | FLR2X-B T4 2.50 BN | COFPEXT4-M | 16 000 | | |
| 2X4B0250550 | FLR2X-B T4 2.50 BN/WH | COFPEXT4-M | 6 400 | | |
| 2X4B0250556 | FLR2X-B T4 2.50 BN/BU | COFPEXT4-M | 9 600 | | |
| 2X4B0250558 | FLR2X-B T4 2.50 BN/BK | COFPEXT4-M | 3 200 | | |
| 2X4B0250600 | FLR2X-B T4 2.50 VT | COFPEXT4-M | 9 600 | | |
| 2X4B0250600 | FLR2X-B T4 2.50 VT/WH | COFPEXT4-M | 26 904 | | |
| 2X4B0250605 | FLR2X-B T4 2.50 VT/RD | COFPEXT4-M | 3 200 | | |
| 2X4B0250650 | FLR2X-B T4 2.50 BU | COFPEXT4-M | 6 400 | | |
| 2X4B0250655 | FLR2X-B T4 2.50 BU/BN | COFPEXT4-M | 25 600 | | |
| 2X4B0250750 | FLR2X-B T4 2.50 DBU | COFPEXT4-M | 16 000 | | |
| 2X4B0250755 | FLR2X-B T4 2.50 DBU/RD | COFPEXT4-M | 6 400 | | |
| 2X4B0250800 | FLR2X-B T4 2.50 BK | COFPEXT4-M | 32 000 | | |
| 2X4B0250803 | FLR2X-B T4 2.50 BK/YE | COFPEXT4-M | 3 200 | | |
| 2XA02500500 | FLR2X-A 2.50 WH | COFLINKG | 19 214 | | |
| 2XA02508000 | FLR2X-A 2.50 BK | COFLINKG | 3 200 | | |
| 2XB02500500 | FLR2X-B 2.50 WH | COFLINKG | 134 400 | | |
| 2XB02500540 | FLR2X-B 2.50 WH/GN | COFLINKG | 67 200 | | |

Figura 36 - Lista exemplificativa da lista recebida pela logística na ferramenta, antes de ser ordenada

Esta ferramenta é constituída por duas folhas e um script desenvolvido em VBA.

A primeira folha serve como uma base de dados, e nesta base de dados é possível discriminar algumas prioridades na produção. Nesta folha pode-se especificar qual a ordem pretendida de Cores a sair, os primeiros materiais, etc.

A segunda folha é onde se faz o ordenamento, e nesta folha cola-se a lista enviada pela logística, e existe então um botão que associado ao script faz o ordenamento de acordo com o que foi especificado na folha 1.

A macro, associada ao script desenvolvido, converte então a lista recebida numa lista com formato: Referência, Descrição, material de extrusão, metros, secção, base polimérica, cor primária, cor secundária e filete. E a lista é ordenada automaticamente segundo os parâmetros estabelecidos na folha 1.

No anexo 3 pode-se ver a folha que serve então como base de dados para esta ferramenta, e note-se que existem várias tabelas, sendo que em cada tabela o utilizador define as prioridades de cada parâmetro numerando os elementos das tabelas de acordo com o nível de prioridade. Ou seja, dentro da base polimérica PE, serão primeiro produzidos o Material COFLINK-G e depois o material COFPEXT4-

M. Ou seja, o utilizador numera os parâmetros de acordo com as prioridades. Em condições normais as tabelas não costumam ser alteradas uma vez que os parâmetros definidos são os que levam a menos setups e menor desperdício. É importante notar que as ordens definidas para a cor são resultado de um estudo prévio com o objetivo de entender de que cor para que cor a troca acontece mais rápido e fazendo o menor desperdício possível, Como mencionado anteriormente, com a troca de cor, os granulados com os dois colorizantes entram em contacto dentro do canal, sendo que a produção só pode arrancar quando só existe um colorizante dentro do canal de extrusão, daí a importância da ordem adequada de cores, uma vez que a duração entre o momento que se troca a cor do colorizante até ao momento em que sai a cor desejada pela cabeça será dependente das cores em questão.

Depois de estabelecer as ordens certas para os parâmetros clica-se no Botão identificado como 1 no anexo 3, e no momento de fazer o ordenamento, o Excel saberá que aquela é a sequência certa de ordenação. O botão identificado como 2 no mesmo anexo serve apenas para reestabelecer os valores originais e ótimos para a parametrização da ordem de produção.

O anexo 6 mostra a folha onde se faz, portanto, a ordenação, uma vez que depois de definidos os parâmetros, é só necessário clicar no botão que diz ordenar e a ferramenta fará a ordenação automaticamente. A figura 37 é um exemplo da folha 2 depois de ser ordenada a produção.

O código de ordenação realizado em VBA encontra-se no anexo 4. No anexo 5 encontra-se o código para limpar a folha de ordenação. Por sua vez o anexo 7 e 8 contêm o código realizado para definir os novos parâmetros de ordenamento e para reporem os parâmetros standard respetivamente.

| Ordenar | | | Limpar | | | | | |
|---------------|------------------------------------|------------|--------|--------|---------|------|------|------------|
| VF PN | descrição | Jacke | Metro: | Secção | Materia | Cor1 | Cor2 | Filete |
| SH7250256500 | Sq H07B25-F 2.50 BUN C-Link BU | COFEVC | 90000 | 2,5 | PE | BU | | Sem filete |
| SH7250254035 | Sq H07B25-F 2.5 GH/YEN C-Link GH/Y | COFEVC | 90000 | 2,5 | PE | SH | YE | Cam filete |
| SH7250255500 | Sq H07B25-F 2.50 BN Hat C-Link BN | COFEVC | 90000 | 2,5 | PE | BN | | Sem filete |
| SDX11Y0505001 | Sq FLR2X1Y SH 0.50 far Tuirt WH | COFLINK-G | 824000 | 0,5 | PE | WH | | Sem filete |
| 2XA025005001 | FLR2X-A 2.50 WH | COFLINK-G | 19214 | 2,5 | PE | WH | | Sem filete |
| 2XB025005001 | FLR2X-B 2.50 WH | COFLINK-G | 124400 | 2,5 | PE | WH | | Sem filete |
| SDX11Y2505001 | Sq FLR2X1Y SH 2.50 Hat C-Link WH | COFLINK-G | 160000 | 2,5 | PE | WH | | Sem filete |
| 2XB025005651 | FLR2X-B 2.50 WH/BU | COFLINK-G | 73600 | 2,5 | PE | WH | BU | Cam filete |
| 2XB025005451 | FLR2X-B 2.50 WH/OG | COFLINK-G | 76800 | 2,5 | PE | WH | OR | Cam filete |
| 2XB025005401 | FLR2X-B 2.50 WH/GN | COFLINK-G | 67200 | 2,5 | PE | WH | SH | Cam filete |
| 2XB025005551 | FLR2X-B 2.50 WH/BN | COFLINK-G | 76800 | 2,5 | PE | WH | BN | Cam filete |
| 2XB025005551 | FLR2X-B 2.50 BU/BN | COFLINK-G | 80000 | 2,5 | PE | BU | BN | Cam filete |
| SDX11Y0565001 | Sq FLR2X1Y SH 0.50 far Tuirt BU | COFLINK-G | 384000 | 0,5 | PE | BU | | Sem filete |
| 2XB025005001 | FLR2X-B 2.50 BU | COFLINK-G | 86400 | 2,5 | PE | BU | | Sem filete |
| 2XB025005051 | FLR2X-B 2.50 BU/WH | COFLINK-G | 124800 | 2,5 | PE | BU | WH | Cam filete |
| 2XB025005451 | FLR2X-B 2.50 BU/OG | COFLINK-G | 76800 | 2,5 | PE | BU | OR | Cam filete |
| 2XB025005401 | FLR2X-B 2.50 BU/GN | COFLINK-G | 64000 | 2,5 | PE | BU | SH | Cam filete |
| 2XB025000051 | FLR2X-B 2.50 VT/WH | COFLINK-G | 6400 | 2,5 | PE | VI | WH | Cam filete |
| SDX11Y0535001 | Sq FLR2X1Y SH 0.50 far Tuirt YE | COFLINK-G | 408000 | 0,5 | PE | YE | | Sem filete |
| 2XB0250035001 | FLR2X-B 2.50 YE | COFLINK-G | 9600 | 2,5 | PE | YE | | Sem filete |
| 2XB0250035651 | FLR2X-B 2.50 YE/BU | COFLINK-G | 12800 | 2,5 | PE | YE | BU | Cam filete |
| 2XB0250045001 | FLR2X-B 2.50 OG | COFLINK-G | 12800 | 2,5 | PE | OR | | Sem filete |
| 2XB0250050651 | FLR2X-B 2.50 RD/BU | COFLINK-G | 24200 | 2,5 | PE | RD | BU | Cam filete |
| 2XB0250050351 | FLR2X-B 2.50 RD/YE | COFLINK-G | 25600 | 2,5 | PE | RD | YE | Cam filete |
| 2XB0250050401 | FLR2X-B 2.50 RD/GN | COFLINK-G | 6400 | 2,5 | PE | RD | SH | Cam filete |
| 2XB0250050551 | FLR2X-B 2.50 RD/BN | COFLINK-G | 12800 | 2,5 | PE | RD | BN | Cam filete |
| 2XB0250040551 | FLR2X-B 2.50 GN/BN | COFLINK-G | 76800 | 2,5 | PE | SH | BN | Cam filete |
| 2XB0250040001 | FLR2X-B 2.50 GN | COFLINK-G | 76800 | 2,5 | PE | SH | | Sem filete |
| 2XB0250040051 | FLR2X-B 2.50 GN/WH | COFLINK-G | 124800 | 2,5 | PE | SH | WH | Cam filete |
| 2XB0250040651 | FLR2X-B 2.50 GN/BU | COFLINK-G | 73600 | 2,5 | PE | SH | BU | Cam filete |
| 2XB0250040451 | FLR2X-B 2.50 GN/OG | COFLINK-G | 76800 | 2,5 | PE | SH | OR | Cam filete |
| 2XB0250025601 | FLR2X-B 2.50 GY/VT | COFLINK-G | 3200 | 2,5 | PE | GY | VI | Cam filete |
| 2XB025005001 | FLR2X-B 2.50 BN | COFLINK-G | 22200 | 2,5 | PE | BN | | Sem filete |
| SDX11Y0580001 | Sq FLR2X1Y SH 0.50 far Tuirt BK | COFLINK-G | 800000 | 0,5 | PE | BK | | Sem filete |
| 2XA025000001 | FLR2X-A 2.50 BK | COFLINK-G | 3200 | 2,5 | PE | BK | | Sem filete |
| 2XB025000001 | FLR2X-B 2.50 BK | COFLINK-G | 16000 | 2,5 | PE | BK | | Sem filete |
| SDX11Y2580001 | Sq FLR2X1Y SH 2.50 Hat C-Link BK | COFLINK-G | 152000 | 2,5 | PE | BK | | Sem filete |
| 2XB0250000501 | FLR2X-B 2.50 BK/RD | COFLINK-G | 67200 | 2,5 | PE | BK | RD | Cam filete |
| 2XB025000251 | FLR2X-B 2.50 BK/GY | COFLINK-G | 51200 | 2,5 | PE | BK | GY | Cam filete |
| 2XB025000751 | FLR2X-B 2.50 BK/DBU | COFLINK-G | 44800 | 2,5 | PE | BK | DBU | Cam filete |
| 2XA0250005001 | FLR2X-A T4 2.50 WH | COFFEXT4-M | 3200 | 2,5 | PE | WH | | Sem filete |
| SDX11Y2505001 | Sq FLR2X1Y-FPR 2.50 far Tuirt WH | COFFEXT4-M | 8000 | 2,5 | PF | WH | | Sem filete |

Figura 37 - Tabela de produção depois de ordenada

A participação no desenvolvimento desta ferramenta insere-se nesta fase, uma vez que o entendimento do método de planeamento permite identificar o que são os *setups* críticos, e quais são os com maior probabilidade de acontecer e os menos prováveis.

4.2 Levantamento da situação atual

4.2.1 Levantamento de atividades

Aquando do início do projeto, recorrendo aos vídeos gravados dos *setups* críticos, foram retirados os tempos de *setup* e as listas de tarefas atuais.

Cada *setup* foi gravado cinco vezes de forma a conferir robustez aos levantamentos. A mudança de fuso foi, no entanto, avaliada apenas duas vezes uma vez que estes *setups* só acontecem, por norma, duas a três vezes por semana e dentro do período de levantamento de dados só aconteceram duas durante o horário de trabalho indireto. No levantamento de atividades foi feito uma listagem que faça a combinação

mais aproximada dos procedimentos dos 5 *setups*, uma vez que os mesmos são feitos de forma diferente por operadores diferentes.

E os tempos relativos a cada um destes *setups* estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Medições dos tempos dos setups críticos

| Setup | Tempo 1 | Tempo 2 | Tempo 3 | Tempo 4 | Tempo 5 | Média |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Mudança de cor | 00:06:50 | 00:09:06 | 00:07:15 | 00:06:12 | 00:09:15 | 00:07:44 |
| Mudança de secção | 00:13:11 | 00:14:53 | 00:12:42 | 00:15:30 | 00:11:10 | 00:13:29 |
| Mudança de material | 00:40:47 | 00:32:56 | 00:37:50 | 00:29:49 | 00:45:35 | 00:37:23 |
| Mudança de Fuso | | 02:02:31 | 01:46:27 | | | 01:54:29 |

Em última instância, fez-se um levantamento do indicador RT médio semanal para a mesma linha de extrusão.

Tabela 2 - Valores dos KPI no período amostral

| KPI | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Média |
|-----|----------|----------|----------|----------|---------|
| RT | 73.45 | 72.18 | 69.79 | 75.94 | 72.84 |
| FTQ | 94.22 | 95.52 | 93.58 | 95.33 | 94.6625 |
| SE | 96.99 | 83.82 | 105.28 | 85.56 | 92.9125 |

A tabela 2 contém os valores de RT semanais do mês anterior ao início do projeto, este valor será comparado no último capítulo com os valores de RT semanais de um mês posteriores a implementação.

4.2.2 Análise crítica da situação atual

Obtido um tempo médio dos *setups* previamente a aplicação do SMED e o número de vezes que ocorreram no período amostral, será apurado o tempo total gasto a realizar em *setups* neste intervalo, ou seja, nas 4 semanas anteriores ao início do projeto.

Como mencionado no subcapítulo do 4.1. foi desenvolvido uma macro que avaliasse linha a linha a atividade da linha 12 e fizesse a contagem do número de vezes que ocorreram qualquer um dos quatro *setups* identificados como críticos. Este documento de *Excel* é uma lista detalhada com as referências desenvolvidas desde a instalação da linha e nesta lista constam todos os detalhes de todas as bobines no período de quatro semanas anteriores ao início do projeto.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | X | Y |
|----|-----------------------|-------|------|---------|--------|-----|---------|---------------|-----------|-----------|--------|------------------------|-------------|
| | Date | Shift | Team | Machine | Family | | Section | Nr Product | PO | HU | Length | Description | Value |
| 1 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099392 | 4300 | WireGuide | G80401 |
| 23 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099392 | 4300 | Die | EW1083 |
| 24 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099392 | 4300 | Masterbatch PE T3 Blue | IA0292818 |
| 25 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099392 | 4300 | COFTPES | IA0286042 |
| 26 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099392 | 4300 | BUN 64x0.100 Copper | 251066475 |
| 27 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099392 | 4300 | Tipo de Setup | M. Cor Base |
| 28 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099392 | 4300 | Nº. de Marcador | |
| 29 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099452 | 5700 | WireGuide | G80401 |
| 30 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099452 | 5700 | Die | EW1083 |
| 31 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099452 | 5700 | Masterbatch PE T3 Blue | IA0292818 |
| 32 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099452 | 5700 | COFTPES | IA0286042 |
| 33 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099452 | 5700 | BUN 64x0.100 Conner | 251066475 |
| 34 | 1/16/2023 12:16:19 AM | 1 | A | DEXT012 | 31YF | pvc | 0050 | 31YFF00506500 | 25E116636 | 251099452 | 5700 | | |

Figura 38 - Formato da tabela detalhada do historial de bobines

A figura acima representa o formato da tabela detalhada das bobines, na qual é possível retirar os dados dos setups.

```

Sub contar ()
    Scount = 0
    Ccount = 0
    Mcount = 0
    Fcount = 0
    For i = 2 To 6830
        If Worksheets("SpoolsDetails").Range("Y" & i).Value = " M. de Secção" Then
            Scount = Scount + 1
        ElseIf Worksheets("SpoolsDetails").Range("Y" & i).Value = " Limpeza geral/Janela" Then
            Mcount = Mcount + 1
        ElseIf Worksheets("SpoolsDetails").Range("Y" & i).Value = " M. Cor Base" Then
            Ccount = Ccount + 1
        ElseIf Worksheets("SpoolsDetails").Range("Y" & i).Value = " M. Filete" Then
            Fcount = Fcount + 1
        End If
    Next i

    For k = 3 To 6830
        If Worksheets("SpoolsDetails").Range("F" & k).Value <> Worksheets("SpoolsDetails").Range("F" & k - 1).Value Then
            Fcount = Fcount + 1
        End If
    Next k

    Worksheets("SpoolsDetails").Range("AA1").Value = "Mudanças de Secção"
    Worksheets("SpoolsDetails").Range("AA2").Value = Scount
    Worksheets("SpoolsDetails").Range("AB1").Value = "Mudanças de Cor"
    Worksheets("SpoolsDetails").Range("AB2").Value = Ccount
    Worksheets("SpoolsDetails").Range("AC1").Value = "Mudanças de Material"
    Worksheets("SpoolsDetails").Range("AC2").Value = Mcount
    Worksheets("SpoolsDetails").Range("AD1").Value = "Mudanças de Fuso"
    Worksheets("SpoolsDetails").Range("AD2").Value = Fcount

End Sub

```

Figura 39 - Script utilizado para fazer a contagem de cada setup

A figura 39 representa a macro desenvolvida para fazer essa contagem

Tabela 3 - Valores devolvidos pela macro de contagem

| Setup | Mudança de Fuso | Mudança de material | Mudança de cor | Mudança de secção |
|------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------------|
| Numero de setups | 11 | 25 | 239 | 66 |

A tabela 3 é o resultado da macro desenvolvida que contou o número de setups de cada tipo feitos no período estabelecido como amostral.

Com estes dados será possível retirar o RT perdido nestes *setups*. Este tempo total obtido nunca poderá ser maior que o apontado pelo indicador de RT, ou seja, neste espaço de 4 semanas o RT foi 72%, sabe-se que a linha esteve em atividade 28% do tempo, o tempo total estimado nunca poderá ser maior que 134 horas e 24 minutos.

Tabela 4 - Tempo perdido estimado no período amostral

| Setup | Mudança de Fuso | Mudança de material | Mudança de cor | Mudança de secção | Total |
|--------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------------|----------|
| Horas gastas | 20:59:19 | 15:34:45 | 30:46:40 | 14:50:07 | 82:11:51 |

A tabela 4 representa então o tempo total perdido em *setups*, considerando o tempo médio de *setup* apurado e os valores da contagem obtidos. Sabemos então que no período amostral foram perdidas 82 horas e 11 minutos com *setups*. Sabendo que cada semana tem 120 horas de trabalho, e que quatro semanas têm 480 horas, nestas 4 semanas, 17% do tempo foi gasto em *setups*, logo o RT neste período nunca seria maior que 83%, ou seja, o *target* de RT seria à partida inatingível.

Com esta análise concluímos ainda que das 134 horas e 24 minutos em que a linha esteve parado no espaço amostral, apenas 82 horas e 11 minutos foram dedicadas a *setups*.

4.3 Recolha e avaliação das tarefas

Depois de identificados os *setups* críticos é importante identificar e separar as tarefas relativas a cada *setup*. Na recolha destas tarefas recorreu-se a utilização de uma câmara para gravar os procedimentos adotados pelos operadores.

Com auxílio a estes vídeos foi mais fácil de retirar as informações necessárias para a elaboração da nova instrução, o tempo por tarefa, as deslocações, ferramentas necessárias, qual operador fez quais tarefas.

As listas de tarefas desenvolvidas foram então as seguintes listas:

1) Mudança de fuso

A mudança de fuso consiste na limpeza total das tremonhas, da torre, do canal, da cabeça de extrusão, e na substituição do fuso. A tabela 5 representa as tarefas a realizar na mudança de fuso. A tabela com a lista completa das tarefas a realizar na mudança de fuso encontra-se no anexo 9.

Tabela 5 – Lista de tarefas da mudança de fuso

| ID | Tarefa | Inte | Ext | Ferramenta |
|----|--|------|-----|-----------------------|
| 1 | Parar a linha | X | X | HMI |
| 2 | Fechar os bypasses | X | X | Manual |
| 3 | Remover mangueira de alimentação de neutro da origem | X | X | Manual |
| 4 | Cortar o fio a frente e atrás da cabeça de extrusão e remover o fio | X | X | Alicate de corte |
| 5 | Remover porca externa e interna | X | X | Chave de bocas |
| 6 | Remover guia e fieira limpar e arrumar | X | X | Saca guias |
| 7 | Esvaziar silo de neutro da extrusora principal para um recipiente secundário | X | X | Balde |
| 8 | Esvaziar as tremonhas de colorizante da extrusora principal | X | X | Sacos de colorizante |
| 9 | Soprar as tremonhas da extrusora principal | X | X | Pistola do compressor |
| 10 | Esvaziar a torre da extrusora principal | X | X | Balde |
| 11 | Esvaziar silo de neutro da extrusora auxiliar para um recipiente secundário | X | X | Balde |
| 12 | Esvaziar as tremonhas de colorizante da extrusora auxiliar | X | X | Saco de colorizante |
| 13 | Soprar as tremonhas de colorizante da extrusora auxiliar | X | X | Pistola do compressor |
| 14 | Esvaziar a torre da extrusora auxiliar | X | X | balde |
| 15 | Abrir bypasses e deixar purgar | X | X | Manual |
| 16 | Carregar material de limpeza para a torre da extrusora principal | X | X | Copo |
| 17 | Carregar material de limpeza para a torre da extrusora auxiliar | X | X | Copo |
| 18 | Carregar receita de limpeza | X | X | HMI |
| 19 | Aguardar que a extrusora atinja os valores da receita | X | X | |
| 20 | Purgar até sair neutro sem cor | X | X | Visual |
| 21 | Abrir falanges das extrusoras principais e secundária | X | X | Manual |
| 22 | Separar as extrusoras da cabeça de extrusão. | X | X | Chave de bocas |
| 23 | Remover filtros das extrusoras auxiliar e secundária | X | X | Manual |
| 24 | Remover bypass da extrusora principal | X | X | Chave sextavada |
| 25 | Soprar bypass da extrusora principal | X | X | Pistola do compressor |
| 26 | Remover bypass da extrusora secundária | X | X | Chave sextavada |
| 27 | Soprar bypass da extrusora Secundária | X | X | Pistola do compressor |
| 28 | Remover distribuidor e peça de fillet da cabeça da extrusora | X | X | Saca distribuidor |
| 29 | Soprar cabeça de extrusão | X | X | Pistola do compressor |
| 30 | Aguardar que os canais de extrusão das extrusoras esvaziem o material de limpeza | X | X | Visual |

2) Mudança de cor

A mudança de cor consiste na troca da tremonha de colorizante de alimentação para a extrusora.

Tabela 6- Lista de tarefas na troca de cor

| ID | Tarefa | Inte | Ext | Ferramenta |
|----|--|------|-----|---------------------------------------|
| 1 | Parar a linha | X | X | HMI |
| 2 | Fechar os bypasses | X | X | Manual |
| 3 | Deixar purgar | X | X | |
| 4 | Cortar o fio a frente da cabeça de extrusão | X | X | Alicate de corte |
| 5 | Remover porca externa e limpar | X | X | Chave de bocas |
| 6 | Remover porca interna, guia e fieira e limpar | X | X | Chave de bocas, saca guias e martelo |
| 7 | Trocar silo de origem de colorizante | X | X | HMI |
| 8 | Deixar purgar até sair nova cor | X | X | Visual |
| 9 | Limpar tremonha de colorizante que estava em uso | X | X | Pistola de compressor |
| 10 | Encher tremonha de colorizante coma próxima cor | X | X | Manual |
| 11 | Arrumar as ferramentas | X | X | Manual |
| 12 | Limpar cabeça de extrusão | X | X | Pistola do compressor |
| 13 | Deixar purgar | X | X | |
| 14 | Reinsrerir ferramentas na cabeça de extrusão (Porcas, guia e fieira) | X | X | Chaves de bocas, saca-guias e martelo |
| 15 | Fechar os bypasses | X | X | Manual |
| 16 | Voltar a atar o fio a frente da cabeça de extrusão | X | X | Manual |
| 17 | Esperar que a purga tenha a saída da cabeça | X | X | Visual |
| 18 | Retomar atividade na linha | X | X | HMI |
| 19 | Arrumar o espaço de trabalho | X | X | Manual |

3) Mudança de secção

Este *setup* consiste na troca do guia e da fieira dentro da cabeça de extrusão.

Tabela 7 - Lista de tarefas na mudança de secção

| ID | Tarefa | Inte | Ext | Ferramenta |
|----|--|------|-----|------------------------------|
| 1 | Parar a linha | X | X | HMI |
| 2 | Fechar bypasses e iniciar purga | X | X | Manual |
| 3 | Pedir ferramentas a ferramentaria e aguardar que cheguem | X | X | |
| 4 | Cortar o fio a frente e atrás da cabeça de extrusão | X | X | Alicate de corte |
| 5 | Remover fio da cabeça de extrusão | X | X | Manual |
| 6 | Remover porca externa, interna, guia e fieira | X | X | Saca guias e chaves de bocas |
| 7 | Limpar as ferramentas e arrumar de lado o guia e fieira | X | X | Pistola do compressor |
| 8 | Instalar Porcas externas e interna e colocar novo guia e fieira | X | X | Saca guias e chaves de bocas |
| 9 | Atar ponta da bobine com nova secção a bobine com a secção que estava a ser produzida | X | X | Manual |
| 10 | puxar o nó para a frente do pré-aquecedor | X | X | Manual |
| 11 | Cortar o nó | X | X | Alicate de corte |
| 12 | Preparar ponta da bobine nova | X | X | Manual |
| 13 | Inserir ponta da nova bobine na cabeça de extrusão | X | X | Manual |
| 14 | Atar ponta da nova bobine ao fio que estava a ser produzido a frente da cabeça de extrusão | X | X | Manual |
| 15 | Trocar os sopradores para os sopradores adequados | X | X | Manual |
| 16 | Configurar marcação | X | X | Marcador |
| 17 | Retomar atividade na linha | X | X | HMI |
| 18 | levar as ferramentas removidas a ferramentaria | | X | |
| 19 | Limpeza da área de trabalho | | X | Manual |

4) Mudança de material

A mudança de material consiste na troca material usado no revestimento, consiste, portanto, numa limpeza do canal, da cabeça das tremonhas e da torre.

Tabela 8 - Lista de tarefas na troca de material

| ID | Tarefa | Inte | Exte | Ferramenta |
|----|---|------|------|-----------------------|
| 1 | Parar a linha | X | | HMI |
| | Pedir novas redes a ferramentaria e aguardar a entrega | X | | |
| 2 | Fechar os bypasses | X | | Manual |
| 3 | Dar folga no fio a frente da cabeça de extrusão | X | | Manual |
| 4 | Remover mangueira de abastecimento das tremonhas de neutro | X | | Manual |
| 5 | Limpar o silo de neutro da extrusora peincipal e esvaziar excesso para recipiente secundário | X | | Manual |
| 6 | Limpar o silo de neutro da extrusora secundária e esvaziar excesso para recipiente secundário | X | | Manual |
| 7 | Esvaziar torre da extrusora principal | X | | Manual |
| 8 | Esvaziar torre da extrusora secundária | X | | Manual |
| 9 | Abrir bypasses e purgar pela cabeça | X | | Manual |
| 10 | Abrir falange da extrusora principal | X | | Chave de bocas |
| 11 | Trocar redes da extrusora principal | X | | Manual |
| 12 | Soprar a saída do fuso da extrusora principal | X | | Pistola do compressor |
| 13 | Repor a extrusora principal de volta junto da cabeça | X | | Manual |
| 14 | Abrir falange da extrusora Secundária | X | | Chave de bocas |
| 15 | Trocar redes da extrusora secundária | X | | Manual |
| 16 | Soprar a saída do fuso da extrusora secundária | X | | Pistola do compressor |
| 17 | Repor a extrusora secundária de volta junto da cabeça | X | | Manual |
| 18 | Configurar marcação | X | | Marcador |
| 19 | Carregar a nova receita | X | | HMI |
| 20 | Esvaziar recipiente secundário para o big bag com esse material | X | | Manual |
| 21 | Aguardar que as temperaturas da extrusora atinjam os valores certos | X | | Visual |
| 22 | Limpeza da área de trabalho | | X | Manual |

Neste primeiro momento de levantamento de tarefas identificaram-se várias práticas erradas na abordagem operacional ao trabalho:

- 1) Não existem atividades externas nos procedimentos dos operadores, tirando a limpeza do espaço. Ou seja, os operadores primeiro param a máquina, e realizam todas as atividades como internas. Não há então qualquer preparação prévia por parte do operador de forma a agilizar o *setup*.
- 2) Embora exista sempre um segundo operador na linha, este interage com os *setups* de forma muito passiva, uma vez que este segundo operador é normalmente um operador com menos experiência, sendo que é o operador 1 que faz maior parte das tarefas, ou seja existe uma distribuição de tarefas muito deficiente no momento dos *setups*.

- 3) Existem nestes *setups* três atividades que devem ser feitas o mais cedo possível, e esta mudança é essencial para a redução do RT, estas atividades são, “carregar nova receita” uma vez que a receita é relativa as temperaturas na cabeça de extrusão, das temperaturas das caleiras e do pré aquecedor. Esta tarefa deve ser feita o quanto antes porque esta tarefa obriga a que o operador tenha que esperar que as temperaturas atinjam os valores certos, e esta espera pode levar até 30 minutos. Trocar a origem de colorizante também deve ser feita o quanto antes, uma vez que a esta atividade está também associada a espera até a purga sair com as cores certas. Por último, a troca de mangueira de origem para a abastecimento de neutro, uma vez que é preciso o canal esvaziar primeiro e esperar que o material novo chegue a cabeça.

4.4 Reordenamento das tarefas

As tarefas listadas anteriormente para cada *setup* foram classificadas como tarefas internas e externas. Foram removidas o máximo possível de tarefas internas e convertidas em tarefas externas. Foram apuradas movimentações desnecessárias, tarefas desnecessárias ou no momento errado.

É importante nesta fase envolver os operadores, uma vez que o sucesso do projeto está diretamente relacionado com a capacidade dos mesmos de se comprometerem com as novas instruções, com isto, procurou-se envolver os operadores mais experientes no processo de desenvolver o que será a nova ordem de exercer as tarefas. Esta nova ordem foi concebida de forma a ser o mais rápido, mais eficiente e mais seguro possível, como dita o *standard work*.

4.5 Elaboração de novas instruções de trabalho

Como resultado da fase anterior, obteve-se aquilo que foi considerado como a ordem ideal das tarefas a realizar para os diferentes *setups*. Dessa ordem resultou as novas instruções de trabalho para o posto, que indicam tarefa a tarefa a melhor sequência de trabalho de a adotar pelo trabalhador.

Esta é a instrução de trabalho que o operador deve ter acesso a todos os momentos no posto de trabalho. O formato impresso está sempre na linha, e o formato digital está sempre aberto no computador uma vez que é um formato mais fácil de interagir. Os documentos foram desenvolvidos usando uma rede de hiperligações que torna a consulta mais fácil de navegar pelo operador.

Procurou-se desenvolver os fluxogramas de forma a manter sempre claro qual o operador que deve desempenhar cada tarefa, em que momento, como interna ou externa.

Setup de Mudança de cor/material/secção

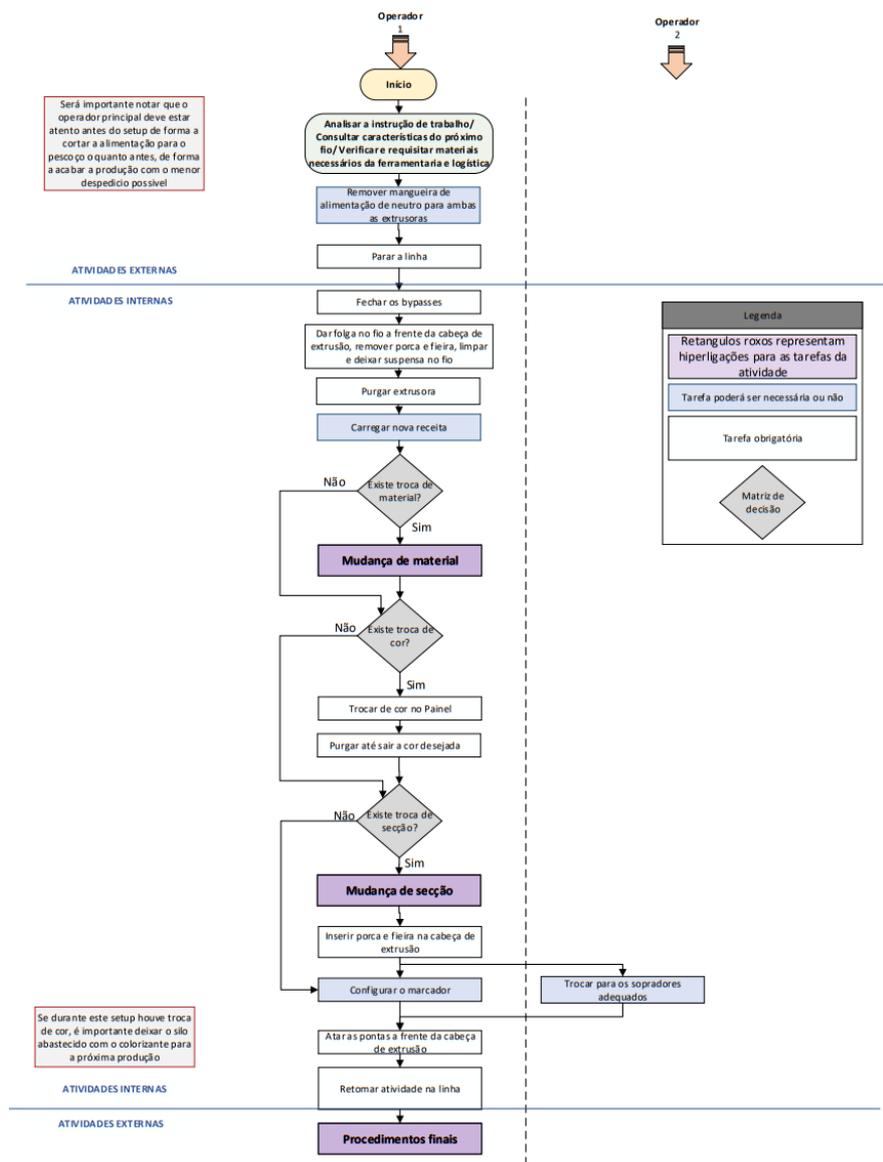


Figura 40 - Fluxograma para troca de cor/secção/material

A figura 72 representa a primeira página das instruções de trabalho.

No anexo 10 está representado os restantes fluxogramas presentes na instrução de trabalho desenvolvida no contexto de aplicação do SMED.

4.6 Implementação de outras melhorias com influência no SMED

As implementações destas melhorias complementam a aplicação do SMED na medida em que o objetivo principal desta ferramenta seria aumentar o RT e todos estes pontos estariam, se mal alinhados, em confronto direto com este objetivo.

4.6.1 Abastecimento de ferramentas e reimplantação de 5S

Na sequência da implementação do SMED é fundamental que o operador trabalhe num espaço organizado e o menos confuso possível. Assim, e de forma a combater qualquer perda de tempo relacionada com a falta de ferramentas, independentemente da causa dessa falta, foi feito o levantamento de todas as ferramentas que são necessárias na linha para essencialmente todos os *setups*, um levantamento de toda e qualquer ferramenta que possa ser necessária na linha.

Uma vez que a maquinaria da linha 12 foi substituído no último ano, existiam ainda várias ferramentas do equipamento de extrusão antigo, que para além de não terem qualquer utilidade poderiam causar alguma confusão para novos operadores ou operadores que tenham menos à vontade com a linha.

Esse levantamento foi depois confrontado com as ferramentas que estão realmente na linha, foram retiradas todas as ferramentas que não são utilizadas e foram repostas as ferramentas que estavam em falta. Este processo foi repetido nas restantes linhas de extrusão uma vez que a falta de ferramentas é causada por operadores de outras linhas que, na eventualidade de falta, vão as linhas vizinhas buscar. Realizando este exercício de reposição das ferramentas, deixam de faltar ferramentas porque havendo uma ferramenta para cada linha, não faltam ferramentas, e não é, portanto, necessário ir buscar a outras linhas.

Em complemento a esta tarefa foram desenhados moldes para as ferramentas estarem arrumadas nas gavetas sempre nas mesmas posições. Mesmo já tendo a fábrica implementado o 5S, os moldes foram redesenhados para estarem adequados as ferramentas da linha mais recente.

Tendo todas as ferramentas disponíveis e arrumadas, um tempo de *setup* nunca poderá ser atrasado por ferramentas, pois nunca estão em falta e estão sempre no mesmo sítio. Para certificar que as ferramentas não desaparecem, foi implementado uma folha de controlo de ferramentas que tem de ser assinada pelo operador do turno na linha em cada fim e início de turno, que confirme que tanto à saída como à entrada todas as ferramentas estavam na linha e que caso falte alguma, que seja devidamente identificada.



Figura 42 – Painel de ferramentas depois de aplicar 5S

4.6.2 Levantamento dos sopradores em falta e a encomendar

Para além das ferramentas, foi também feito o levantamento dos sopradores que estão disponíveis nas linhas e quais sopradores estão em falta.

Um soprador é uma peça que se introduz na unidade de sopragem na extrusão que tem como objetivo soprar no sentido contrário a que o fio está a ser extrudido, com o objetivo eliminar as gotículas do fio que podem ser confundidas por nódulo, no camara de nódulos e afundamentos, e que podem dar erro e causar paragens desnecessárias na linha.

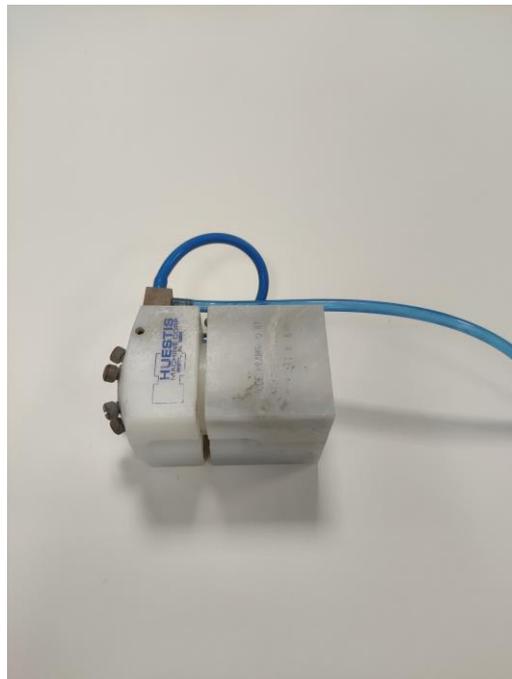


Figura 43 - Secador utilizado na linha 12

O soprador a utilizar vai depender do diâmetro do fio. E no caso de haver uma troca de secção, o operador deve sempre consultar o diâmetro médio do fio, e substituir o soprador para o soprador próprio. De forma a combater que o operador tenha de se deslocar a outras linhas para pedir sopradores, foi concebida uma solução que será um misto entre 5S e gestão visual.

Numa primeira fase, em todas as linhas foram repostos os sopradores necessários para a gama de fios feitos nessa linha e foi adaptado um espaço para os colocar. Em seguida todos os sopradores foram marcados com uma cor, que está legendada numa tabela visível, e cada uma dessas cores representa um intervalo de diâmetros para quais esse soprador é utilizado. O operador terá apenas de consultar o diâmetro do fio, ver a cor que corresponde a esse diâmetro e instalar esse soprador. Esta medida ataca também erros falsos detetados a frente na camara de nódulos e afundamentos, uma vez que as leituras de nódulos falsos são muitas vezes causados por uma sopragem defeituosa do fio, que usando os sopradores corretos deixa de acontecer, aumentando o FTQ.



Figura 44 - 5S e gestão visual na gestão de sopradores

4.6.3 Atualização do método de limpeza do marcador

Ainda em complemento do SMED modificou-se o que é o procedimento de limpeza do marcador.

A marcação é o que se usa para marcar o fio que está a ser feito para que o cliente saiba identificar o mesmo. A marca feita é a que o cliente pede e é quase sempre diferente em quase todos os *setups*. Cada vez que é feita a troca de marcação deve-se proceder a limpeza do marcador. Esta limpeza do marcador deve ser feita obrigatoriamente com o equipamento parado, será então sempre uma atividade interna, e por essa razão interessa que seja feita o mais rápido possível.

De forma a reduzir o tempo de limpeza do marcador, propôs-se que se passasse a guardar a butanona (solvente usado na limpeza) num pulverizador pequeno, sendo que no momento de limpeza é só preciso pulverizar a ponta do marcador. Esta limpeza era feita manualmente com a butanona o que é não só perigoso, mas também menos pratico e mais lento.



Figura 45 - Novo pulverizador para limpeza do marcador

4.6.4 Introdução de um quadro de KPIs nas linhas

De forma a promover uma competição saudável entre os vários turnos foi desenvolvido e afixado nos postos de trabalho um quadro de indicadores com os valores dos KPIs dos turnos da semana de trabalho. Este quadro é preenchido pelos operadores no fim do turno e os valores a preencher são referentes a linha de extrusão 12 durante o turno, com o RT, SE e FTQ.

Não só este quadro ajuda a incentivar a tal competição entre os trabalhadores, permite à chefia apurar os trabalhadores com melhor rendimento e dessa forma ajudar a difundir as boas práticas.

Numa primeira fase implementou-se este sistema de seguimento num formato A4, no entanto este formato mostrou-se menos eficaz por ter um impacto visual menor. Implementado este sistema num formato maior verificou-se mais aderência.

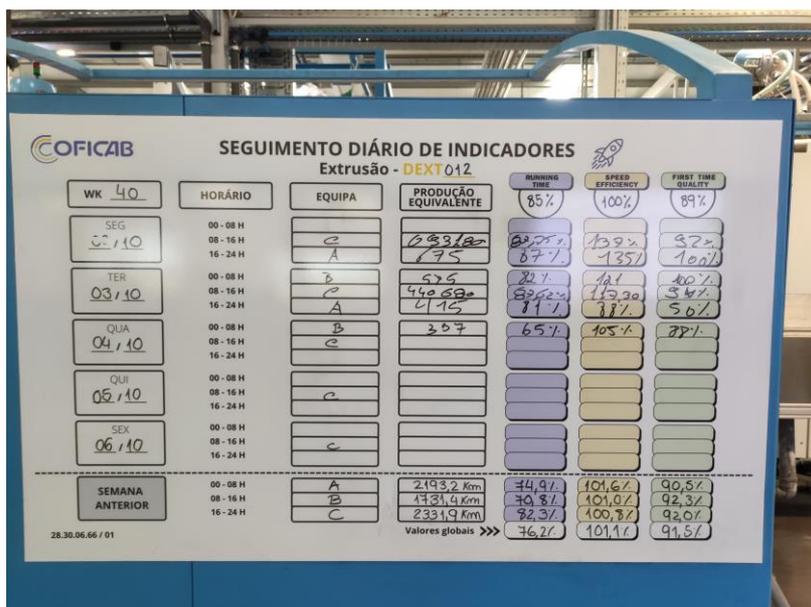


Figura 46 - Painel de KPIs na linha de extrusão

4.6.5 Desenvolvimento de um novo método de gestão de secadores

O anterior método de gestão de secadores não tinha uma regra específica, daí por diversas vezes causar erros de comunicação entre a equipa de produção e os operadores. Existia uma lista de secadores, a frente dos quais se escreviam as matérias que eram precisos secar, no entanto, não havia qualquer tipo de indicação relativamente a ação. Este método poderia induzir os operadores em erro. Este erro poderia causar faltas de matéria-prima na extrusão, uma vez que determinados materiais necessitam de ser secos antes serem utilizados no processo de extrusão.

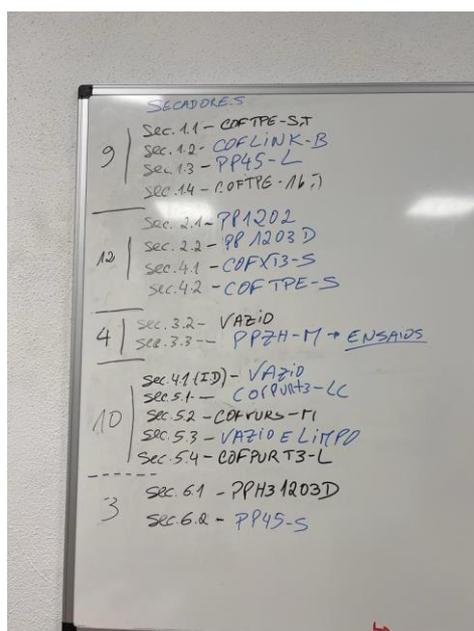


Figura 47 - Gestão de secadores antes da atualização

Em resposta a este problema desenvolveu-se um método de organização dos secadores, que da mesma forma, serve de ponte de contacto entre os responsáveis de extrusão e os operadores, mas mais detalhado, e com indicação das ações a realizar. Com o novo método existem 3 símbolos relativos aos 3 tipos de ação que se podem fazer no secador:

- 1- A gota de água significa limpar o secador.
- 2- A seta para cima significa para retirar o material do secador.
- 3- A seta para baixo significa encher o secador.

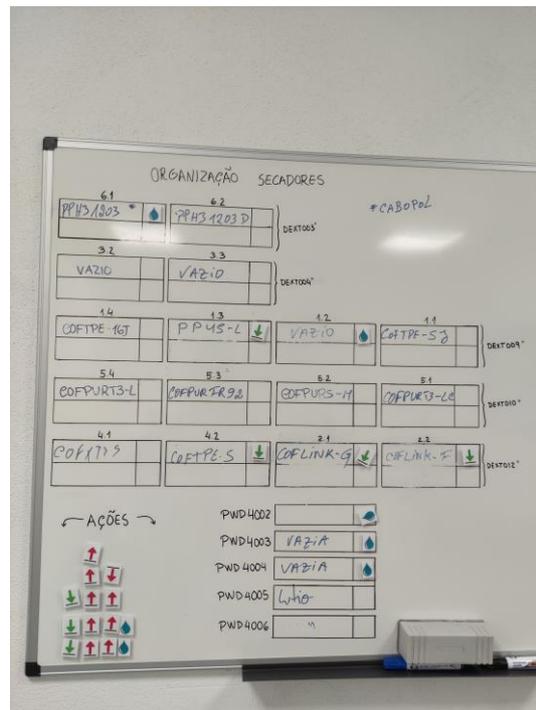


Figura 48 - Novo sistema de gestão de secadores

Desta forma, a comunicação entre os indiretos e os operadores é mais eficiente, e resulta numa redução significativa no número de vezes que poderá faltar material seco e pronto para produção. Assim que o operador realize a ação vai ao quadro e retira o símbolo. O objetivo é que sempre que haja símbolos no quadro, significa que existem ações pendentes. É importante notar que a falta do material para a produção pode obrigar a *setups* mais longos, uma vez que a ordem dos materiais tem bastante influência na duração de um *setup*. Estes erros têm um impacto significativo no RT.

4.6.6 Reavaliação de valores para nódulos e afundamentos

Por último foi revisto os valores para as tolerâncias nos nódulos e nos afundamentos para os fios produzidos na linha 12. Como resultado de esta linha ser relativamente recente, as janelas de tolerâncias

foram reduzidas na fase de validação, de forma a garantir o funcionamento do equipamento. Esta janela de tolerâncias nunca foi, entretanto, reajustada para os valores de tolerância certos. Ao realizar esta reconversão, a percentagem de erros detetadas a camara de nódulos e afundamentos reduziu. Esta medida teve também impacto no RT uma vez que na ocorrência de vários erros de nódulos e afundamentos é obrigatório parar a extrusora e proceder a limpeza da mesma, perdendo tempo de produção planeado.

4.7 Aplicação do SMED

Depois de validada esta nova instrução por todas as partes envolvidas, departamento de produção e departamento da performance industrial começou-se por se dar uma formação teórica aos operadores da linha. Esta formação é no fundo uma apresentação a ferramenta SMED, os princípios básicos, o porquê da sua aplicação, o que se pretende atingir com a aplicação e de que forma a sua participação é fundamental para esta ferramenta ser aplicada com sucesso.

Foi impresso em A3 o documento com os fluxogramas, e este mesmo documento foi afixado no posto de trabalho de forma a estar acessível aos operadores sempre que haja alguma dúvida na ordem das tarefas. Os fluxogramas estão também sempre abertos no computador do posto de trabalho, uma vez que no computador tem uma consulta mais dinâmica auxiliada por hiperligações em várias células do fluxograma. Estes fluxogramas serão uteis também na altura em que for necessário dar formação a novos operadores, facilitando os operadores mais antigos a auxiliar os novos operadores num momento de dúvida e permite aos operadores mais autonomia, uma vez que conseguem sozinhos ver o que é para fazer.

Numa segunda fase de aplicação deu-se a formação nas linhas operador a operador, foram mostrados os novos fluxogramas e como fazer as tarefas na ordem certa.

Numa fase inicial deu-se a formação com um só *setup*, sendo que foram acompanhados no momento do mesmo e anotados os procedimentos que não foram bem executados. Este processo foi repetido várias vezes em todos os turnos até se verificar consistência no cumprimento da instrução.

Aquando da verificação do cumprimento dos *setups* foram gravados vídeos de forma a analisar e registar o novo tempo de *setups* e fazer um levantamento teórico dos resultados.

4.8 Acompanhamento futuro

Numa última fase foi elaborado um plano de auditoria de SMED para a linha, neste plano de auditoria definiu-se entre outros, dois pontos importantes, sendo estes a frequência de auditoria e os pontos

sujeitos a avaliação. Foi definido um parâmetro de ação de acordo com a avaliação destes pontos. As auditorias terão duas naturezas, a primeira é uma auditoria mais simples onde só é retirado o tempo total de *setup*, e esta auditoria é feita uma vez por mês para cada *setup*, a segunda auditoria, é uma auditoria mais aprofundada na qual serão avaliadas o tempo de cada tarefa individualmente. Os pontos da avaliação são os que estão na seguinte figura.

| Parâmetros a Controlar | Controlo Visual | Conformidade | | | Frequência |
|---|-----------------|--------------|-----|-----|------------|
| | | SIM | NÃO | N/A | |
| 1 - Informação documentada | | | | | |
| 1.1 As instruções de processo estão disponíveis e atualizadas? | x | | | | 1x mês |
| 1.2 O operador tinha conhecimento da existência das instruções de processo e conseguiu facilmente localizá-las? | x | | | | 1x mês |
| 1.3 O operador sabia interpretar as instruções de processo? | x | | | | 1x mês |
| 2 - Parâmetros de processo | | | | | |
| 2.1 O operador consultou a instrução de trabalho de forma a preparar os materiais necessários à próxima produção? | x | | | | 1x mês |
| 2.2 As atividades identificadas nas instruções como externas, realizadas antes do setup, foram executadas como tal? | x | | | | 1x mês |
| 2.3 O operador realizou todas as atividades presentes na instrução de processo? | x | | | | 1x mês |
| 2.4 O operador seguiu a sequência de atividades da instrução de processo? | x | | | | 1x mês |
| 2.5 O operador respeitou o tempo de setup previsto? | | | | | 1x mês |
| 2.6 O operador polivalente/2º operador interviu nas atividades previamente declaradas? | x | | | | 1x mês |
| 2.7 O operador realizou as atividades com as ferramentas adequadas? | x | | | | 1x mês |
| 2.8 O operador recorreu à tabela de medição de fita? | x | | | | 1x mês |
| 2.9 As tecnologias e meios de trabalho estavam adaptados ao processo? | x | | | | 1x mês |
| 2.10 As atividades identificadas nas instruções como externas, realizadas depois do setup, foram executadas como tal? | x | | | | 1x mês |
| 2.11 O operador desperdiçou recursos? | x | | | | 1x mês |
| 2.12 O operador está capacitado a desenvolver as atividades de setup? | x | | | | 1x mês |
| 2.13 O operador desperdiçou tempo em atividades ociosas? | x | | | | 1x mês |
| Observações : | | 0 | 0 | 0 | |

Figura 49 - Pontos de auditoria SMED na linha 12

Os pontos a auditar são colocados numa tabela de Excel sendo que depois de todos os pontos preenchidos é calculado automaticamente e atribuído o resultado de auditoria. Este resultado é depois confrontado com o seguinte vetor de avaliação.

| Pontuação | | |
|-------------|--------|------------------|
| Avaliação % | 100-90 | Classificação: A |
| | 90-80 | B |
| | <80 | C |

Figura 50 - Matriz de avaliação de auditoria

Consoante a percentagem de pontos preenchidos como sim ou não é devolvido o resultado da auditoria, sendo que se mais de noventa por cento dos pontos forem respeitados, os procedimentos foram respeitados e é atribuída a pontuação A, ou seja, não é necessária nenhuma medida corretiva urgente, Se a pontuação for menor que noventa, mas maior que oitenta por cento, o resultado atribuído é B e são necessárias medidas corretivas, mas não urgentemente. Por último se a percentagem de pontos auditados não respeitados for abaixo de oitenta por cento é necessário implementar medidas corretivas cor urgência.

5. CONCLUSÃO E PRÓXIMOS PASSOS

Neste capítulo encontram-se as considerações finais relativas ao projeto, um levantamento teórico dos resultados esperados, e por último, implementações futuras para dinamizar mais a linha de extrusão em questão.

5.1 Resultados

Como resultado da implementação do SMED é esperado que haja uma redução nos tempos de *setup* identificados como críticos. Neste sentido repetiu-se a primeira fase do desenvolvimento.

Há semelhança do que se fez implementação, foram gravados e cronometrados os tempos de cada *setup* cinco vezes e fez-se uma média do tempo demorado. Esta média foi comparada com as médias calculadas durante o desenvolvimento. A tabela 8 mostra os novos tempos gravados, a sua média e a comparação com os tempos registados na fase inicial, demonstrando a percentagem de redução de *setups* entre os tempos calculados na fase inicial e final.

Tabela 9 - Novos tempos retirados depois da implementação do SMED

| Setup | Tempo 1 | Tempo 2 | Tempo 3 | Tempo 4 | Tempo 5 | Média | Tempo pré implementação | % redução setup |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------------|-----------------|
| Mudança de cor | 00:03:03 | 00:02:37 | 00:02:55 | 00:02:42 | 00:03:21 | 00:02:56 | 00:07:44 | 62.06 |
| Mudança de secção | 00:07:36 | 00:09:53 | 00:09:42 | 00:08:53 | 00:11:57 | 00:09:36 | 00:13:29 | 28.8 |
| Mudança de material | 00:21:28 | 00:23:22 | 00:25:23 | 00:28:55 | 00:24:59 | 00:24:49 | 00:37:23 | 43.01 |
| Mudança de Fuso | 01:15:36 | 01:02:19 | | | | 01:08:58 | 01:54:29 | 39.75 |

De forma a confirmar os resultados obtidos a nível de tempos confrontaram-se os KPI de produção diretamente afetados, nomeadamente o RT. Os valores de RT comparados são, portanto, a média semanal num mês antes e depois da aplicação da ferramenta de SMED.

Tabela 10 - Valores dos indicadores após implementação do SMED

| KPI | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Média | Valor pré-implementação | Ganho KPI |
|-----|----------|----------|----------|----------|---------|-------------------------|-----------|
| RT | 84.03 | 86.45 | 76.15 | 82.45 | 82.27 | 72.84 | 9.43 |
| FTQ | 99.53 | 95.21 | 97.84 | 91.53 | 96.0275 | 94.6625 | 1.365 |
| SE | 96.02 | 106.27 | 107.4 | 94.19 | 100.97 | 92.9125 | 8.0575 |

Por último repetiu-se o que foi feito na primeira fase do documento, e calculou-se o que seria o tempo gasto em *setups* num cenário igual ao primeiro mês de estudos, uma vez que não havia ainda, há data da elaboração desta dissertação o relatório detalhado de bobines disponível, assumiu-se, portanto, o número de *setups* feitos calculados na primeira fase. Caso os tempos médios de *setup* fossem os

mesmos que no pós-implementação, o tempo gasto nesse mês em *setups* seria de 41 horas e 45 minutos.

Tabela 11 - Tempo estimado gasto em Setups num cenário igual ao período amostral

| Setup | Mudança de Fuso | Mudança de material | Mudança de cor | Mudança de secção | Total |
|--------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------------|----------|
| Horas gastas | 12:38:44 | 08:52:43 | 11:40:38 | 10:33:46 | 41:45:51 |

Neste caso haveria uma redução de quase 50% dos tempos de *setup*, sendo que passou de 82 horas e 11 minutos horas para 41 horas e 45 minutos. Sob uma perspectiva de RT, o tempo gasto em *setups* passa de 17% para 8,7%. Sendo que o tempo gasto em *setups* foi de 8,7%, já seria possível atingir o *target* de RT de 85%.

6. CONCLUSÃO

Este projeto começou como um projeto de implementação da ferramenta SMED na linha de extrusão, no entanto a medida que o projeto foi avançando foram detetados na mesma linha outros problemas que teriam o mesmo tipo de influência negativa no RT de produção. Detetou-se que devido a “idade” da linha 12 de extrusão, ainda não havia procedimentos definidos, e que as flutuações operacionais são causa de constrangimento na linha. Num ponto inicial detetou-se que a abordagem ideal ao problema seria criar então os procedimentos com o SMED em mente, e em complemento a isso agilizar algumas tarefas que, caso não o fossem, o sucesso do SMED não seria garantido.

A COFICAB é uma empresa com 30 anos de atividade e conta com um volume de negócios muito significativo, desta forma, é já uma empresa muito recetiva a mudança e inovação. No entanto e estando inserida no mercado automóvel, é uma empresa que leva muito a sério o rigor operacional.

Numa primeira instância fez-se uma análise à história da COFICAB, uma breve análise a cadeia de comando, ao fluxo de matérias e de informações numa encomenda, uma apresentação do Layout de fábrica, e dos processos que são feitos na mesma. Depois fez-se uma análise mais aprofundada ao processo de extrusão, aos equipamentos que integram este processo, como funciona o abastecimento da linha, e alguns problemas detetados nesta primeira análise.

Numa segunda fase, fez-se um levantamento do estado atual da linha de extrusão 12. Neste sentido fez-se um apanhado dos *setups* críticos em âmbito de SMED e calculou-se o tempo gasto nestes *setups* num período amostral, que foi no caso, as 4 semanas diretamente antes do início do projeto. O objetivo desta fase foi perceber, quanto do RT perdido é que se pode atribuir a realização de *setups*, verificou-se que nas condições apresentadas, seria muito improvável de atingir os targets de RT, uma vez que só o tempo perdido em *setups* ultrapassa o tempo que pode ser perdido para todos os tipos de paragem, não só na realização de *setups*.

Posteriormente começaram a ser analisados os *setups* críticos de forma detalhada, perceber os procedimentos relativos a cada, tarefa a tarefa, por vários operadores. Percebeu-se que não existia um procedimento vagamente definido, cada operador fazia um procedimento diferente, sem qualquer tipo de preocupação para agilizar o *setup*, preparando ferramentas, matérias-primas, etc. Foi então criado o procedimento para estas atividades recorrendo aos princípios do SMED. Foram ainda detetados outros problemas tanto a nível operacional como a nível de gestão e foram aplicadas as soluções concebidas para estes problemas. A nível de gestão criou-se uma ferramenta que faça a ordenação das necessidades de produção, sendo que esta ferramenta não terá influência direta no RT, a elaboração da mesma permitiu perceber o que são os *setups* que mais se repetem. Ainda a nível de gestão criou-se um sistema

de gestão dos secadores, com algumas atualizações relativamente as ações a tomar, e a implementação de um quadro de indicadores para a linha que é preenchido pelos operadores e ajuda os chefes de equipa a perceber quais são os operadores mais eficientes de forma a fazer uma gestão de competências mais acertada. A nível operacional criou-se os procedimentos para os *setups* identificados e foram melhorados alguns aspetos que mostraram ter impacto negativo nos tempos de *setup*, como o processo de limpeza do marcador, e a instalação dos sopradores ou corrigir a falta de ferramentas recorrente na linha.

Com isto, as implementações exploradas mostraram-se eficientes, houve uma melhoria significativa no indicador pretendido, que apesar de não estar no *target* ainda, já é atingido esporadicamente, e já é possível, corrigindo outras paragens atingi-lo semana após semana, uma vez que o tempo perdido em *setups* passou para virtualmente metade.

Com isto podemos aferir que a ferramenta SMED ainda é uma ferramenta relevante em 2023, e que quando explorada da forma certa pode trazer muitos benefícios para uma organização, sendo que a sua implementação deve ser feita tendo em atenção que podem existir mais deficiências a nível operacional.

6.1 Trabalhos futuros

Apesar de existirem benefícios claros com o projeto, existem ainda pontos de melhoria que podem ser explorados que irão complementar mais o SMED e poderão trazer um aumento ainda maior no RT e a garantia de que este atinge o *target* todas as semanas assim como redução na sucata.

6.1.1 Novo sistema de requisições à Ferramentaria

As ferramentas que são trocadas com mais frequência na linha de extrusão são o guia e a fieira. Estas ferramentas variam consoante a secção do fio produzido. Antes do início da nova produção o operador terá então de se dirigir a ferramentaria, solicitar as ferramentas em questão, esperar por elas e só então regressa a linha onde retoma a produção. Implementando um sistema em que esta requisição se faça através do computador presente no posto de trabalho, o operador só teria de levar as ferramentas, a ferramentaria, onde as novas ferramentas estão já prontas para ser levadas para o posto. Este novo sistema de comunicação entre a produção e ferramentaria aponta para eliminar a espera deste processo, sendo que depois de implementado o operador só tem de levar as ferramentas antigas, e substituir pelas novas que já estarão a espera na ferramentaria.

6.1.2 Novo sistema de abastecimento por parte da logística

O abastecimento de matérias-primas, bobines de alimentação, material de revestimento e colorizantes maioritariamente é feito pelos operadores de logística. As necessidades de matérias-primas são comunicadas verbalmente pelo operador de linha a um operador de armazém, sendo que este pedido não fica registado em nenhum formato. Estes pedidos acontecem quando o operador de armazém passa perto das linhas de produção. Neste procedimento existem então duas falhas graves que são:

- 1) caso o operador de logística não passe perto da linha, o operador de linha deve-se deslocar até ao armazém para fazer o pedido das matérias-primas, deixando o posto de trabalho.
- 2) o pedido não fica registado de nenhuma forma e faltando o registo, este pedido pode ficar esquecido, ou significativamente atrasado.

Para combater este problema seria ideal criar uma ponte de comunicação entre o operador de linha, e o armazém de matérias-primas. Sugere-se então a criação de uma plataforma que sirva este propósito. Nesta plataforma o operador regista um pedido das matérias-primas necessárias ao armazém de matérias-primas. Este pedido fica então em aberto até que o operador de linha, depois de receber as matérias-primas o feche. Do lado do armazém existe uma interface, visível a todos os operadores de logística que tenha todas os pedidos ainda em aberto.

Os pedidos ficam visíveis no armazém com o formato semelhante ao representado na figura 50. Os pedidos vão mudando de cor conforme a hora da realização do pedido de forma a comunicar ao operador de logística a sua urgência. Os novos pedidos deverão ir sempre para a última linha e os operadores deverão sempre realizar o transporte da primeira linha, respeitando o FIFO. O pedido será então eliminado da lista assim que o operador de linha confirmar a receção do material.

| MÁQUINA | MATERIAL | REFERÊNCIA | QUANTIDADE | HORA DO PEDIDO | OBSERVAÇÕES |
|---------|----------------------------|--------------|------------|----------------|-------------|
| DEXT003 | Tape AL/PVC 25/27 12 mm | TALPVC252712 | 36 KM | 09:38:43 | |
| DEXT003 | Tromeis D800 | PK 800 | 10 UNI | 09:53:17 | |
| DEXT001 | Tromeis D600 | PK 600 | 5 UNI | 10:07:15 | |
| DEXT004 | (...) | (...) | (...) | (...) | |
| DEXT012 | (...) | (...) | (...) | (...) | |
| DEXT008 | (...) | (...) | (...) | (...) | |
| DEXT008 | (...) | (...) | (...) | (...) | |
| DEXT002 | (...) | (...) | (...) | (...) | |
| DEXT010 | (...) | (...) | (...) | (...) | |
| DEXT006 | (...) | (...) | (...) | (...) | |

Figura 51 - Modelo do sistema de ajuda visual para operadores de logística

6.1.3 Levantamento de antecipação de corte

Este projeto será uma implementação complementar ao SMED na medida em que o objetivo será reduzir o nível de sucata realizado na linha e aumentar a produtividade reduzindo também o tempo dos *setups*. Este levantamento será aplicado no momento do corte de alimentação da extrusão previamente a paragem de máquina. Este corte de material será feito de forma a ter que purgar o mínimo possível, ou seja, este levantamento deve ser feito de forma a garantir que o corte é feito no momento certo e que o material chega para acabar a produção, mas que o período e consequentemente a quantidade de sucata seja o mais reduzido possível.

Contudo para este levantamento terá de ser feito para todas as referências de fios produzidos na linha, uma vez que dois fios dificilmente usam a mesma quantidade de material para a mesmo número de metros produzidos. Terá de ser feito essencialmente um levantamento para a quantidade de material que deve estar na torre para cada referência, para mil metros de fio produzido.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified* Second Edition. Productivity Press.
- Deshmukh, M., Gangele, A., Gope, D. K., & Dewangan, S. (2022). Study and implementation of lean manufacturing strategies: A literature review. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1489–1495. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.15>
- Ferradás, P. G., & Salonitis, K. (2013). Improving changeover time: A tailored SMED approach for welding cells. *Procedia CIRP*, 7, 598–603. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.039>
- Glegg, S. M. N., Ryce, A., & Brownlee, K. (2019). A visual management tool for program planning, project management and evaluation in paediatric health care. *Evaluation and Program Planning*, 72, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2018.09.005>
- Guzel, D., & Asiabi, A. S. (2022). Increasing Productivity of Furniture Factory with Lean Manufacturing Techniques (Case Study). *Tehnicki Glasnik*, 16(1), 82–92. <https://doi.org/10.31803/tg-20211010121240>
- Hey, R. B. (2017a). Introduction. In *Performance Management for the Oil, Gas, and Process Industries* (pp. 225–226). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810446-0.02004-1>
- Hey, R. B. (2017b). Performance Focus. In *Performance Management for the Oil, Gas, and Process Industries* (pp. 227–241). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-810446-0.00015-3>
- Hey, R. B. (2017c). Key Performance Indicator Selection Guidelines. In *Performance Management for the Oil, Gas, and Process Industries* (pp. 243–259). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-810446-0.00016-5>
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- Kumar, N., Shahzeb Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., Kumar Yadav, R., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188–1192. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>
- Marinelli, M., Ali Deshmukh, A., Janardhanan, M., & Nielsen, I. (2021). Lean manufacturing and industry 4.0 combinative application: Practices and perceived benefits. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 288–293. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.034>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 12. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System : An Integrated Approach to Just-In-Time*. Taylor & Francis Group.
- Naciri, L., Mouhib, Z., Gallab, M., Nali, M., Abbou, R., & Kebe, A. (2022). Lean and industry 4.0: A leading harmony. *Procedia Computer Science*, 200, 394–406. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.238>
- Nassereddine, A., & Wehbe, A. (2018). Competition and resilience: Lean manufacturing in the plastic industry in Lebanon. *Arab Economic and Business Journal*, 13(2), 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.aebj.2018.11.001>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. CRC PRESS.
- Paladugu, B. S. K., & Grau, D. (2020). Toyota Production System - Monitoring Construction Work Progress With Lean Principles. In *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials: Volume 1-5 (Vols. 1–5, pp. 560–565)*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11512-7>
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in

- manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 729–736.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Proença, A. P., Gaspar, P. D., & Lima, T. M. (2022). Lean Optimization Techniques for Improvement of Production Flows and Logistics Management: The Case Study of a Fruits Distribution Center. *Processes*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/pr10071384>
- Reke, E., Powell, D., & Mogos, M. F. (2022). Applying the fundamentals of TPS to realize a resilient and responsive manufacturing system. *Procedia CIRP*, 107, 1221–1225.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.135>
- Santos, E., Lima, T. M., & Gaspar, P. D. (2023). Optimization of the Production Management of an Upholstery Manufacturing Process Using Lean Tools: A Case Study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(17). <https://doi.org/10.3390/app13179974>
- Saunders, M. Lewis, P. and Thornhill, A. (2016). *Research Methods for Business Students Seventh edition*. Pearson Education Limited.
- Senthil Kumar, K. M., Akila, K., Arun, K. K., Prabhu, S., & Selvakumar, C. (2022). Implementation of 5S practices in a small scale manufacturing industries. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1913–1916.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.402>
- Shahriar, M. M., Parvez, M. S., Islam, M. A., & Talapatra, S. (2022). Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology*, 8.
<https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488>
- Sharma, K. M., & Lata, S. (2018). Effectuation of Lean Tool “5S” on Materials and Work Space Efficiency in a Copper Wire Drawing Micro-Scale Industry in India. In *Materials Today: Proceedings (Vol. 5)*. www.sciencedirect.com/www.materialstoday.com/proceedings
- Simões, A., & Tenera, A. (2010). Improving setup time in a press line - Application of the SMED methodology. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 43(17), 297–302.
<https://doi.org/10.3182/20100908-3-PT-3007.00065>
- Steenkamp, L. P., Hagedorn-Hansen, D., & Oosthuizen, G. A. (2017). Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*, 8, 455–462.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.058>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*, Rawson Associates

ANEXO 1 - ORGANIGRAMA DA EMPRESA

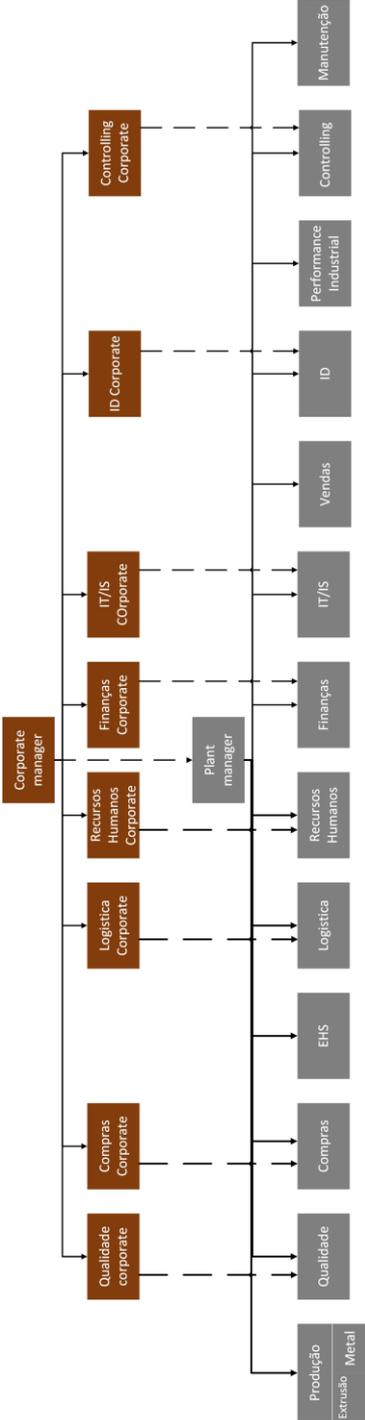


Figura 52 - Organigrama da empresa

ANEXO 2 – FLUXO DE MATERIAIS

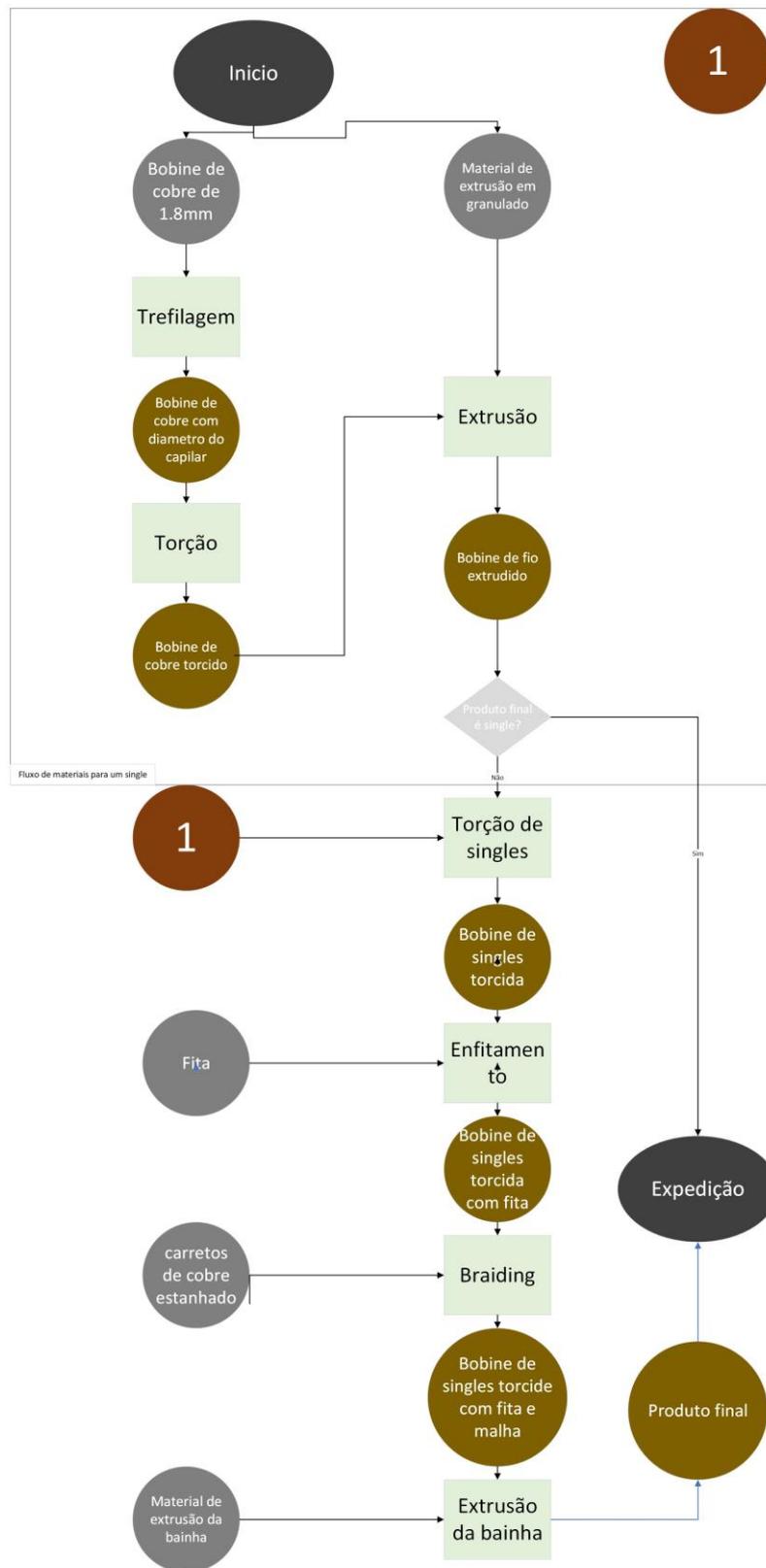


Figura 53 - Fluxo de materiais

ANEXO 4– CÓDIGO DE ORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO

```
Sub ordenar()  
Dim ordem As String  
Dim orden() As String  
  
'determinar a ultima linha da tabela  
aux1 = 4  
For j = 4 To 502  
    If IsEmpty(Worksheets("Folha2").Range("D" & j).Value) = False Then  
        aux1 = aux1 + 1  
    Else  
        j = 502  
    End If  
Next j  
  
'determinar material atraves do submaterial  
Worksheets("Folha2").Range("G3").Select  
    Selection.Copy  
Worksheets("Folha2").Range("H3:J3").Select  
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone, _  
        SkipBlanks:=False, Transpose:=False  
Application.CutCopyMode = False  
Worksheets("Folha2").Range("H4:J" & aux1 - 1).Select  
    Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone  
    Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone  
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .ColorIndex = 0  
    .TintAndShade = 0  
    .Weight = xlThin  
End With  
With Selection.Borders(xlEdgeTop)  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .ColorIndex = 0  
    .TintAndShade = 0  
    .Weight = xlThin  
End With  
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .ColorIndex = 0  
    .TintAndShade = 0  
    .Weight = xlThin  
End With  
With Selection.Borders(xlEdgeRight)|  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .ColorIndex = 0  
    .TintAndShade = 0  
    .Weight = xlThin  
End With  
With Selection.Borders(xlInsideVertical)  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .ColorIndex = 0  
    .TintAndShade = 0  
    .Weight = xlThin  
End With  
With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)
```

Figura 55 - Código de ordenação Parte 1

```

        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        Weight = xlThin
    End With
    Worksheets("Folha2").Range("B3").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "Cor1"
    Worksheets("Folha2").Range("B3").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "Cor2"
    Worksheets("Folha2").Range("B3").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "Filete"
    Worksheets("Folha2").Range("B4").Select
    Worksheets("Folha2").Columns("H:H").ColumnWidth = 7
    Worksheets("Folha2").Columns("I:I").ColumnWidth = 7
    Worksheets("Folha2").Columns("J:J").ColumnWidth = 10

    Worksheets("Folha2").Range("G4").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=VLOOKUP(RC[-4], 'GUIA PROD'!R4C124:R32C125, 2, 0)"
    Worksheets("Folha2").Range("G4").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=VLOOKUP(RC[-3], 'GUIA PROD'!R4C124:R32C125, 2, 0)"
    Worksheets("Folha2").Range("G4").Select
    Selection.AutoFill Destination:=Range("G4:G" & aux1 - 1)

    'determinar tamanho da tabela
    aux2 = 3
    For dg = 4 To 100
        If IsEmpty(Worksheets("GUIA PROD").Range("A" & dg).Value) = False Then
            aux2 = aux2 + 1
        Else
            dg = 100
        End If
    Next
    Next

    'autofill
    For dg = 4 To aux1 - 1
        Worksheets("Folha2").Range("G" & dg).Value = Application.WorksheetFunction.Vlookup(Worksheets("Folha2").Range("D" & dg).Value, Worksheets("GUIA PROD").Range("A" & dg & aux2), 2, 0)
    Next
    Next

    Worksheets("Folha2").Columns("B:B").ColumnWidth = 50
    Worksheets("Folha2").Columns("B:B").EntireColumn.AutoFit
    Worksheets("Folha2").Columns("C:C").ColumnWidth = 50
    Worksheets("Folha2").Columns("C:C").EntireColumn.AutoFit
    Worksheets("Folha2").Columns("D:D").ColumnWidth = 50
    Worksheets("Folha2").Columns("D:D").EntireColumn.AutoFit
    Worksheets("Folha2").Columns("E:E").EntireColumn.AutoFit
    Worksheets("Folha2").Columns("E:E").EntireColumn.AutoFit
    Worksheets("Folha2").Columns("F:F").EntireColumn.AutoFit
    Worksheets("Folha2").Columns("F:F").EntireColumn.AutoFit
    Worksheets("Folha2").Columns("G:G").EntireColumn.AutoFit

```

Figura 56 - Código de ordenação Parte 2


```

For D = 4 To aux1 - 1
If Worksheets("Folha2").Range("D" & D).Value = "COFLINKG" Then
    Worksheets("Folha2").Range("D" & D).Value = "COFLINK-G"
ElseIf Worksheets("Folha2").Range("D" & D).Value = "COFLINKF" Then
    Worksheets("Folha2").Range("D" & D).Value = "COFLINK-F"
End If
Next

'identificar cores cores
For i2 = 4 To aux1 - 1
If InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " WH") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "WH"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " PK") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "PK"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(231, 84, 128)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " BJ") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "BJ"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(210, 190, 150)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " YE") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "YE"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(255, 255, 0)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " LBU") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "LBU"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(173, 216, 230)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " LGN") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "LGN"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(144, 238, 144)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " GN") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "GN"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(0, 100, 0)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " OR") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "OR"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(255, 129, 0)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " RD") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "RD"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(255, 0, 0)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " DRD") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "DRD"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(138, 3, 3)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " BR") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "BR"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(123, 63, 2)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " BU") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "BU"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(0, 0, 255)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " VI") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "VI"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(127, 0, 255)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " GY") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "GY"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(80, 80, 80)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " DBU") <> 0 Then

```

Figura 58 - Código de ordenação Parte 4

```

ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " BN") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "BN"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(123, 63, 0)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " OG") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "OR"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(255, 129, 0)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " SA") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "SA"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(250, 140, 105)
ElseIf InStr(Worksheets("Folha2").Range("C" & i2).Value, " TU") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Value = "TU"
    Worksheets("Folha2").Range("H" & i2).Interior.Color = RGB(48, 213, 200)

End If
Next

For j3 = 4 To aux1 - 1
If InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/WH") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "WH"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/PK") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "PK"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(231, 84, 128)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/BJ") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "BJ"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(210, 190, 150)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/YE") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "YE"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(255, 255, 0)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/LBU") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "LBU"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(173, 216, 230)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/LGN") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "LGN"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(144, 238, 144)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/GN") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "GN"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(0, 100, 0)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/OR") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "OR"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(255, 129, 0)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/RD") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "RD"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(255, 0, 0)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/DRD") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "DRD"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(138, 3, 3)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/BR") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "BR"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(123, 63, 0)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/BU") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "BU"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(0, 0, 255)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/VI") <> 0 Then

```

Figura 59 - Código de ordenação Parte 5

```

ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/VI") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "VI"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(127, 0, 255)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/GY") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "GY"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(80, 80, 80)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/DBU") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "DBU"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(3, 37, 126)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/BK") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "BK"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(0, 0, 0)
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Font.Color = vbWhite
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/BN") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "BN"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(123, 63, 0)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/OG") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "OR"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(255, 129, 0)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/SA") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "SA"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(250, 140, 105)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/TU") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "TU"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(48, 213, 200)
ElseIf InStrRev(Worksheets("Folha2").Range("C" & j3).Value, "/VT") <> 0 Then
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Value = "VI"
    Worksheets("Folha2").Range("I" & j3).Interior.Color = RGB(127, 0, 255)
End If
Next
'encontrar ultima casa de cada material

For t = 4 To aux1 - 1
If IsEmpty(Worksheets("Folha2").Range("I" & t).Value) = False Then
    Worksheets("Folha2").Range("J" & t).Value = "Com filete"
Else
    Worksheets("Folha2").Range("J" & t).Value = "Sem filete"
End If

Next

tabelaisolantes = worksh
ordemmaterial = Join(Application.Transpose(Worksheets("GUIA PROD").Range("I20:I23").Value), ",")
'arrmaterial = Chr(34) & ordemmaterial & Chr(34)
ordempe = Join(Application.Transpose(Worksheets("GUIA PROD").Range("C31:C37").Value), ",")
'arrpe = Chr(34) & ordempe & Chr(34)
ordemtpe = "COFTPES"
'arrtpe = Chr(34) & ordemtpe & Chr(34)
ordempp = Join(Application.Transpose(Worksheets("GUIA PROD").Range("C4:C11").Value), ",")
'arrpp = Chr(34) & ordempp & Chr(34)
ordempvc = Join(Application.Transpose(Worksheets("GUIA PROD").Range("C14:C25").Value), ",")

```

Figura 60 – Código de ordenação parte 6

```

ordemseccao = Join(Application.Transpose(Worksheets("GUIA PROD").Range("F4:F25").Value), ",")
'arrseccao = Chr(34) & ordemseccao & Chr(34)
ordemfilete = Join(Application.Transpose(Worksheets("GUIA PROD").Range("I4:I5").Value), ",")
'arrfilete = Chr(34) & ordemfilete & Chr(34)

ordemcpp = Join(Application.Transpose(Worksheets("GUIA PROD").Range("M4:M18").Value), ",")
'arrcpp = Chr(34) & ordemcpp & Chr(34)
ordemcpvc = Join(Application.Transpose(Worksheets("GUIA PROD").Range("S4:S19").Value), ",")
'arrcpvc = Chr(34) & ordemcpvc & Chr(34)
ordemcpe = Join(Application.Transpose(Worksheets("GUIA PROD").Range("Y4:Y19").Value), ",")
'arrcpe = Chr(34) & ordemcpe & Chr(34)

'ordenar os materiais
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("G4:G" & aux1 - 1) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _
CVar(ordemmaterial), DataOption:= _
xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort
.SetRange Range("B3:J95")
.Header = xlYes
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With

'encontrar ultima casa de cada material
For k = 3 To aux1 - 1
If Worksheets("Folha2").Range("G" & k).Value = "PE" Then
pault = k
ElseIf Worksheets("Folha2").Range("G" & k).Value = "PVC" Then
pvcult = k
ElseIf Worksheets("Folha2").Range("G" & k).Value = "PP" Then
ppult = k
ElseIf Worksheets("Folha2").Range("G" & k).Value = "TPE" Then
tpeult = k
End If
Next
'encontrar primeira casa de cada material
For k1 = 3 To aux1 - 1
If Worksheets("Folha2").Range("G" & k1).Value = "PE" Then
If Worksheets("Folha2").Range("G" & k1).Value <> Worksheets("Folha2").Range("G" & k1 - 1).Value Then
pepri = k1
pe = 1
End If
ElseIf Worksheets("Folha2").Range("G" & k1).Value = "PVC" Then
If Worksheets("Folha2").Range("G" & k1).Value <> Worksheets("Folha2").Range("G" & k1 - 1).Value Then
pvcpri = k1
pvc = 1
End If
ElseIf Worksheets("Folha2").Range("G" & k1).Value = "PP" Then
If Worksheets("Folha2").Range("G" & k1).Value <> Worksheets("Folha2").Range("G" & k1 - 1).Value Then

```

Figura 61 – Código de ordenação Parte 7

```

ElseIf Worksheets("Folha2").Range("G" & k1).Value = "PP" Then
    If Worksheets("Folha2").Range("G" & k2).Value <> Worksheets("Folha2").Range("G" & k1 - 1).Value Then
        pppri = k1
        pp = 1
    End If
ElseIf Worksheets("Folha2").Range("G" & k1).Value = "TPE" Then
    If Worksheets("Folha2").Range("G" & k1).Value <> Worksheets("Folha2").Range("H" & k1 - 1).Value Then
        tpepri = k1
        tpe = 1
    End If
End If
Next

'ordenar pes

If pe = 1 Then
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("D" & pepri & ":D" & peult) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _
CVar(ordempe), DataOption:= _
xlSortNormal
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("H" & pepri & ":H" & peult) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _
CVar(ordemcpe), DataOption:= _
xlSortNormal
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("F" & pepri & ":F" & peult) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _
CVar(ordemseccao) _
, DataOption:=xlSortNormal
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("J" & pepri & ":J" & peult) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _
CVar(ordemfilete), DataOption:=xlSortNormal
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("I" & pepri & ":I" & peult) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _
CVar(ordemcpe), DataOption:= _
xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort
.SetRange Range("B" & pepri - 1 & ":J" & peult)
.Header = xlYes
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With
End If

If pvc = 1 Then
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("D" & pvcpri & ":D" & pvcult) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _

```

Figura 62 - Código de ordenação Parte 8


```

        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
End If
If tpe = 1 Then
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("D" & tpepri & ":D" & tpeult) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _
CVar(ordemctpe), DataOption:= _
xlSortNormal
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("H" & tpepri & ":H" & tpeult) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _
CVar(ordemctpe), DataOption:= _
xlSortNormal
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("F" & tpepri & ":F" & tpeult) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _
CVar(ordemseccao) _
, DataOption:=xlSortNormal
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("J" & tpepri & ":J" & tpeult) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _
CVar(ordemfilete), DataOption:=xlSortNormal
ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort.SortFields.Add Key:=Range("I" & tpepri & ":I" & tpeult) _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, CustomOrder:= _
CVar(ordemctpe), DataOption:= _
xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("Folha2").Sort
.SetRange Range("B" & tpepri - 1 & ":J" & tpeult)
.Header = xlYes
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With
End If

kpar = 0
k1 = ""
k2 = ""
k3 = ""
k4 = ""
For p = 5 To aux1 - 1
If Worksheets("Folha2").Range("H" & p).Value <> Worksheets("Folha2").Range("H" & p - 1).Value Then
k1 = Worksheets("Folha2").Range("H" & p - 1).Value
k2 = Worksheets("Folha2").Range("H" & p).Value
k3 = Worksheets("Folha2").Range("I" & p).Value
k4 = Worksheets("Folha2").Range("I" & p - 1).Value
p1 = p
p2 = p
Do While (Worksheets("Folha2").Range("H" & p1).Value = k2)
If (Worksheets("Folha2").Range("I" & p1).Value = Worksheets("Folha2").Range("I" & p - 1).Value) Then
If IsEmpty(Worksheets("Folha2").Range("I" & p1).Value) = True Then

Else

```

Figura 64 - Código de ordenação Parte 10

```

        Else
            If p1 <> p2 Then
                Rows(p1 & ":" & p1).Cut
                Rows(p2 & ":" & p2).Insert
                p2 = p2 + 1
            End If
        End If
    End If

    p1 = p1 + 1
Loop

End If

Next

For j10 = 4 To aux1 - 1
    If Worksheets("Folha2").Range("J" & j10).Value = "Sem filete" Then
        Worksheets("Folha2").Range("H" & j10 & "I" & j10).Merge
    End If
Next

j7 = 1
j8 = 0
j9 = 0

For j6 = 4 To aux1
    If Worksheets("Folha2").Range("D" & j6).Value <> Worksheets("Folha2").Range("D" & j6 - 1).Value Then
        If j7 = 1 Then
            j7 = 0
        ElseIf j7 = 0 Then
            j7 = 1
        End If

        End If
        If j7 = 0 Then
            Worksheets("Folha2").Range("D" & j6).Interior.Color = RGB(105, 105, 105)
        ElseIf j7 = 1 Then
            Worksheets("Folha2").Range("D" & j6).Interior.Color = RGB(220, 220, 220)
        End If
    End If
Next

Worksheets("Folha2").Range("A" & aux1).Select
Selection.Copy
Worksheets("Folha2").Range("A" & aux1 & ":AW" & aux1 + 500).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone, _
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False

```

Figura 65 - Código de ordenação Parte 11

```

Application.CutCopyMode = False
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-45
Columns("B:B").EntireColumn.AutoFit
Columns("C:C").EntireColumn.AutoFit
Columns("D:D").EntireColumn.AutoFit
Columns("E:E").EntireColumn.AutoFit
Columns("F:F").EntireColumn.AutoFit
Columns("G:G").EntireColumn.AutoFit
Columns("H:H").EntireColumn.AutoFit
Columns("I:I").EntireColumn.AutoFit
Columns("J:J").EntireColumn.AutoFit
Worksheets("Folha2").Range("B3:J" & aux1 - 1).Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlInsideVertical)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

For t3 = 4 To aux1 - 1
    Worksheets("Folha2").Rows(t3 & ":" & t3).EntireRow.AutoFit
Next

```

Figura 66 - Código de ordenação Parte 12

ANEXO 7 – CÓDIGO PARA DEFINIR OS PARÂMETROS DE ORDENAÇÃO

```
Sub Atualizarlistas ()

Range("C3:D17").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
"D4:D17"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
.SetRange Range("C3:D17")
.Header = xlYes
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With
Range("C19:D42").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
"D20:D42"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
.SetRange Range("C19:D42")
.Header = xlYes
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With

Range("C47:D63").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
"D48:D63"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
.SetRange Range("C47:D63")
.Header = xlYes
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With

Range("F3:H25").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
"G4:G25"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
.SetRange Range("F3:H25")
```

Figura 69 - Código para redefinir os parâmetros Parte 1

```

        .SetRange Range("I3:J5" ,
        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
    Range("I3:J5").Select
    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range("J4:J5" _
    ), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal
    With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
        .SetRange Range("I3:J5")
        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With

    Range("I7:J9").Select
    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range("J8:J9" _
    ), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal
    With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
        .SetRange Range("I7:J9")
        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With

    Range("I19:J23").Select
    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
    "J20:J23"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
    xlSortNormal
    With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
        .SetRange Range("I19:J23")
        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With

    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
    "O4:O18"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
    xlSortNormal
    With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
        .SetRange Range("M3:P18")
    End With

```

Figura 70 - Código para redefinir os parâmetros Parte 2

```

        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
    Range("S3:V19").Select

    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
        "U4:U19"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
        xlSortNormal
    With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
        .SetRange Range("S3:V19")
        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
    Range("Y3:AB19").Select
    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
    ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
        "AA4:AA19"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
        xlSortNormal
    With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
        .SetRange Range("Y3:AB19")
        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
End Sub

```

Figura 71 - Código para redefinir os parâmetros Parte 3

ANEXO 8 – CÓDIGO PARA REPOR PREDEFINIÇÕES NOS PARÂMETROS DE ORDENAÇÃO

```
Sub Reporparametros ()
Range("F3:H25").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
    "H4:H25"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
    xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
    .SetRange Range("F3:H25")
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("M3:P18").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
    "N4:N18"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
    xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
    .SetRange Range("M3:P18")
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("S3:V19").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
    "T4:T19"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
    xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
    .SetRange Range("S3:V19")
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With

Range("Y3:AB19").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort.SortFields.Add Key:=Range( _
    "Z4:Z19"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
    xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("GUIA PROD").Sort
    .SetRange Range("Y3:AB19")
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
End Sub
```

Figura 72 - Código para definir parâmetros standard

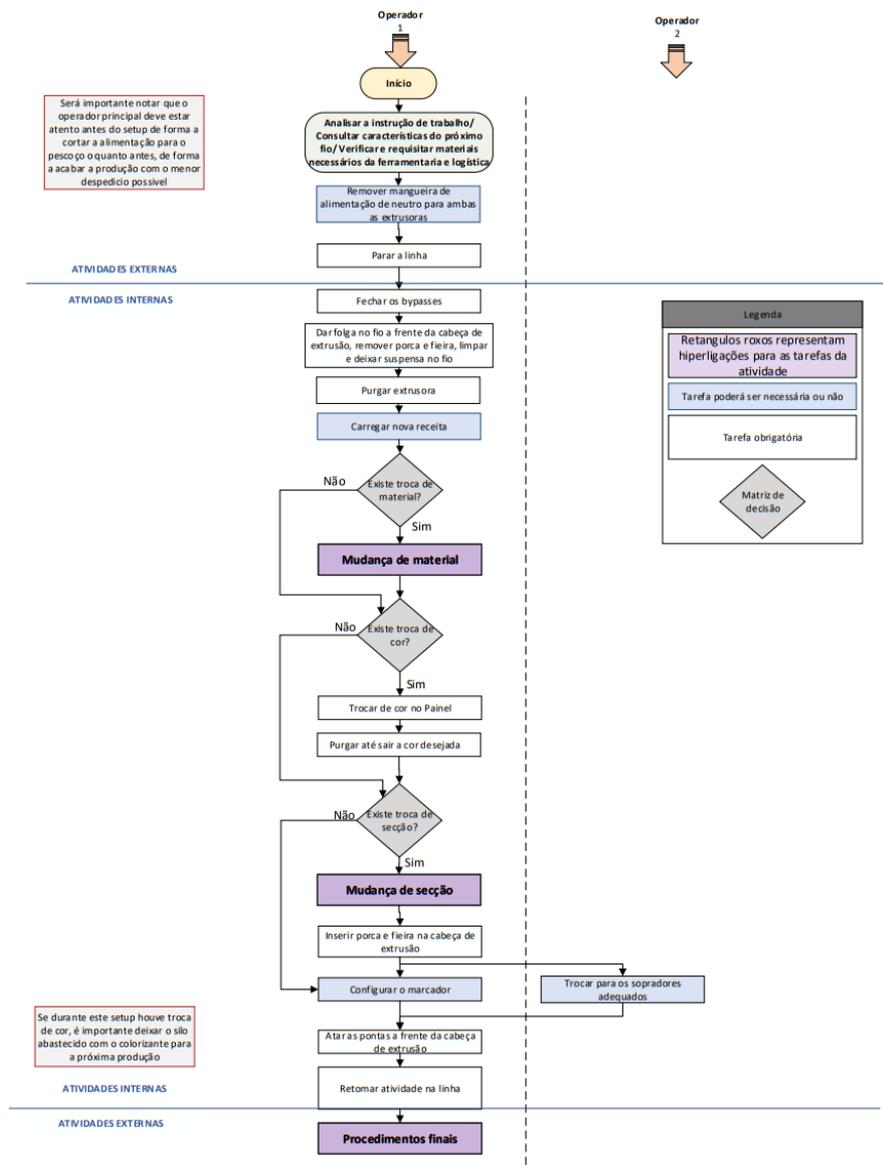
ANEXO 9 – TAREFAS RELATIVAS A MUDANÇA DE FUSO

Tabela 12 - Tarefas relativas a troca de fuso

| ID | Tarefa | Inte | Ext | Ferramenta |
|----|---|------|-----|---|
| 1 | Parar a linha | X | X | HMI |
| 2 | Fechar os bypasses | X | X | Manual |
| 3 | Remover mangueira de alimentação de neutro da origem | X | X | Manual |
| 4 | Cortar o fio a frente e atrás da cabeça de extrusão e remover o fio | X | X | Alicate de corte |
| 5 | Remover porca externa e interna | X | X | Chave de bocas |
| 6 | Remover guia e fieira limpar e arrumar | X | X | Saca guias |
| 7 | Esvaziar silo de neutro da extrusora principal para um recipiente secundário | X | X | Balde |
| 8 | Esvaziar as tremonhas de colorizante da extrusora principal | X | X | Sacos de colorizante |
| 9 | Soprar as tremonhas da extrusora principal | X | X | Pistola do compressor |
| 10 | Esvaziar a torre da extrusora principal | X | X | Balde |
| 11 | Esvaziar silo de neutro da extrusora auxiliar para um recipiente secundário | X | X | Balde |
| 12 | Esvaziar as tremonhas de colorizante da extrusora auxiliar | X | X | Saco de colorizante |
| 13 | Soprar as tremonhas de colorizante da extrusora auxiliar | X | X | Pistola do compressor |
| 14 | Esvaziar a torre da extrusora auxiliar | X | X | balde |
| 15 | Abrir bypasses e deixar purgar | X | X | Manual |
| 16 | Carregar material de limpeza para a torre da extrusora principal | X | X | Copo |
| 17 | Carregar material de limpeza para a torre da extrusora auxiliar | X | X | Copo |
| 18 | Carregar receita de limpeza | X | X | HMI |
| 19 | Aguardar que a extrusora atinja os valores da receita | X | X | |
| 20 | Purgar até sair neutro sem cor | X | X | Visual |
| 21 | Abrir falanges das extrusoras principais e secundária | X | X | Manual |
| 22 | Separar as extrusoras da cabeça de extrusão. | X | X | Chave de bocas |
| 23 | Remover filtros das extrusoras auxiliar e secundária | X | X | Manual |
| 24 | Remover bypass da extrusora principal | X | X | Chave sextavada |
| 25 | Soprar bypass da extrusora principal | X | X | Pistola do compressor |
| 26 | Remover bypass da extrusora secundária | X | X | Chave sextavada |
| 27 | Soprar bypass da extrusora Secundária | X | X | Pistola do compressor |
| 28 | Remover distribuidor e peça de fillet da cabeça da extrusora | X | X | Saca distribuidor |
| 29 | Soprar cabeça de extrusão | X | X | Pistola do compressor |
| 30 | Aguardar que os canais de extrusão das extrusoras esvaziem o material de limpeza | X | X | Visual |
| 31 | Remover a base da cabeça de extrusão | X | X | Chave de bocas |
| 32 | Remover fuso da extrusora principal e escovar | X | X | Escova metálica |
| 33 | Arrumar fuso retirado, trazer fuso novo e instalar | X | X | Manual |
| 34 | Remover fuso da extrusora secundária e escovar | X | X | Escova metálica |
| 35 | Arrumar fuso retirado, trazer fuso novo e instalar | X | X | Manual |
| 36 | Colocar filtros com novas redes nas extrusoras | X | X | Manual |
| 37 | Recolocar base da cabeça de extrusão no sítio correto | X | X | Chave de bocas |
| 38 | Acoplar extrusora principal a cabeça de extrusão | X | X | Manual |
| 39 | Acoplar extrusora secundária a cabeça de extrusão | X | X | Manual |
| 40 | Montar bypass da extrusora secundária | X | X | Chave sextavada |
| 41 | Montar bypass da extrusora principal | X | X | Chave sextavada |
| 42 | Montar ferramentas da cabeça de extrusão distribuidor, porca, guia, fieira e fillet | X | X | Saca distribuidor, saca guias e chaves de bocas |
| 43 | Encher os silos de colorizante com as respetivas cores | X | X | Balde |
| 44 | Atar ponta da bobine da secção nova a bobine antiga | X | X | Manual |
| 45 | Puxar o nó para a frente do pré aquecedor | X | X | Manual |
| 46 | Cortar o nó e passar fio pela cabeça de extrusão | X | X | Alicate de corte |
| 47 | Atar os fios a frente da cabeça de extrusão | X | X | Manual |
| 48 | Colocar a mangueira de alimentação na origem certa | X | X | Manual |
| 49 | Carregar nova receita | X | X | HMI |
| 50 | Aguardar que o as temperatura da extrusora atinjam os valores desejados | X | X | Visual |
| 51 | Retomar atividade na linha | X | X | HMI |
| 52 | Limpeza do espaço de trabalho | X | X | Manual |

ANEXO 10 – FLUXOGRAMAS DESENVOLVIDOS NO PROJETO

Setup de Mudança de cor/material/secção



Será importante notar que o operador principal deve estar atento antes do setup de forma a cortar a alimentação para o pesoço o quanto antes, de forma a acabar a produção com o menor desperdício possível!

Legenda

- Retângulos roxos representam hiperligações para as tarefas da atividade
- Tarefa poderá ser necessária ou não
- Tarefa obrigatória
- Matriz de decisão

Se durante este setup houve troca de cor, é importante deixar o silo abastecido com o colorizante para a próxima produção

Figura 73 - Fluxograma para troca de cor/secção/material

Setup de Mudança de fusos, para arranque com e sem filet

Operador 2

Operador 1

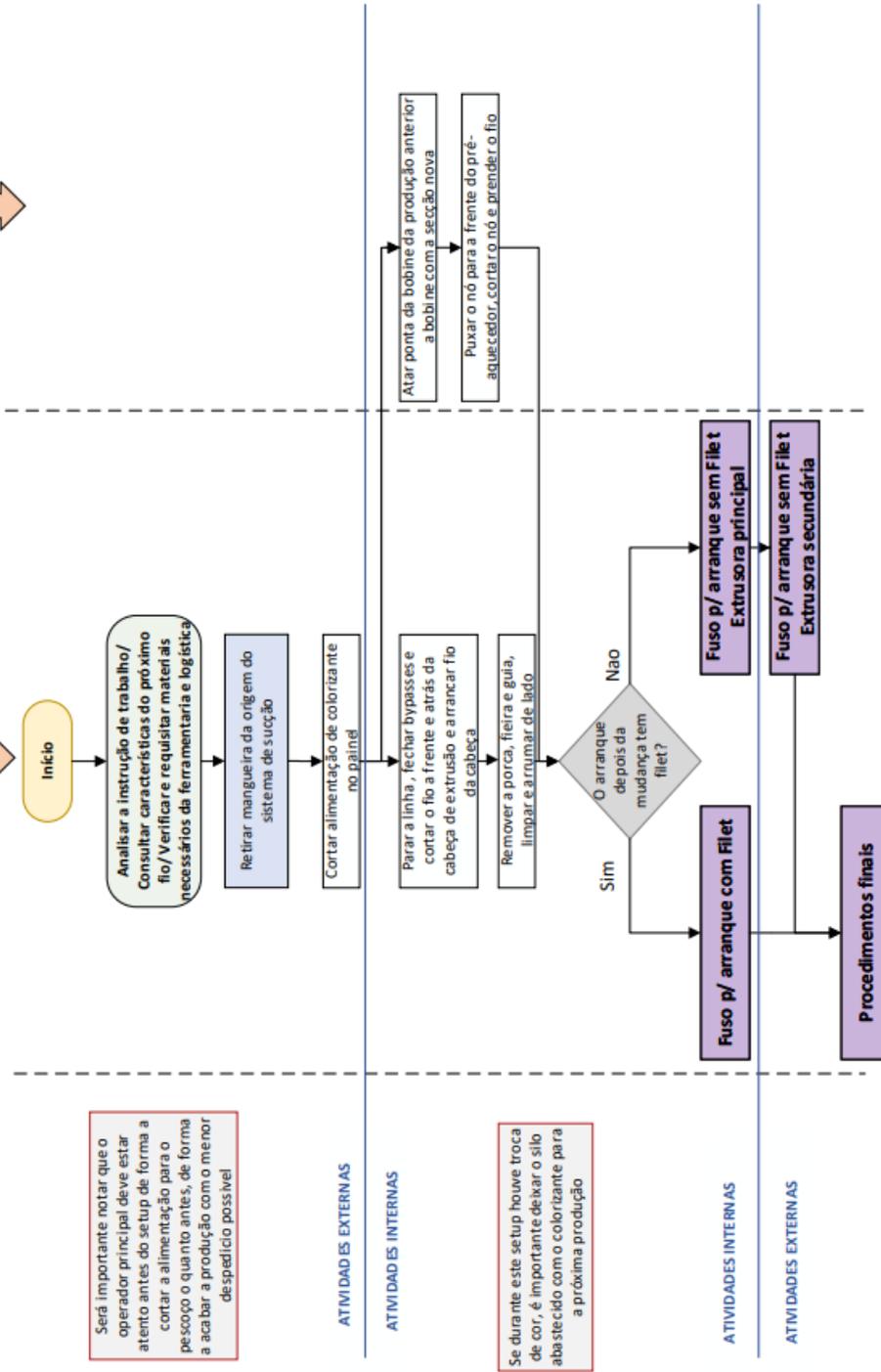


Figura 74 - Fluxograma para troca de fuso

Mudança de material

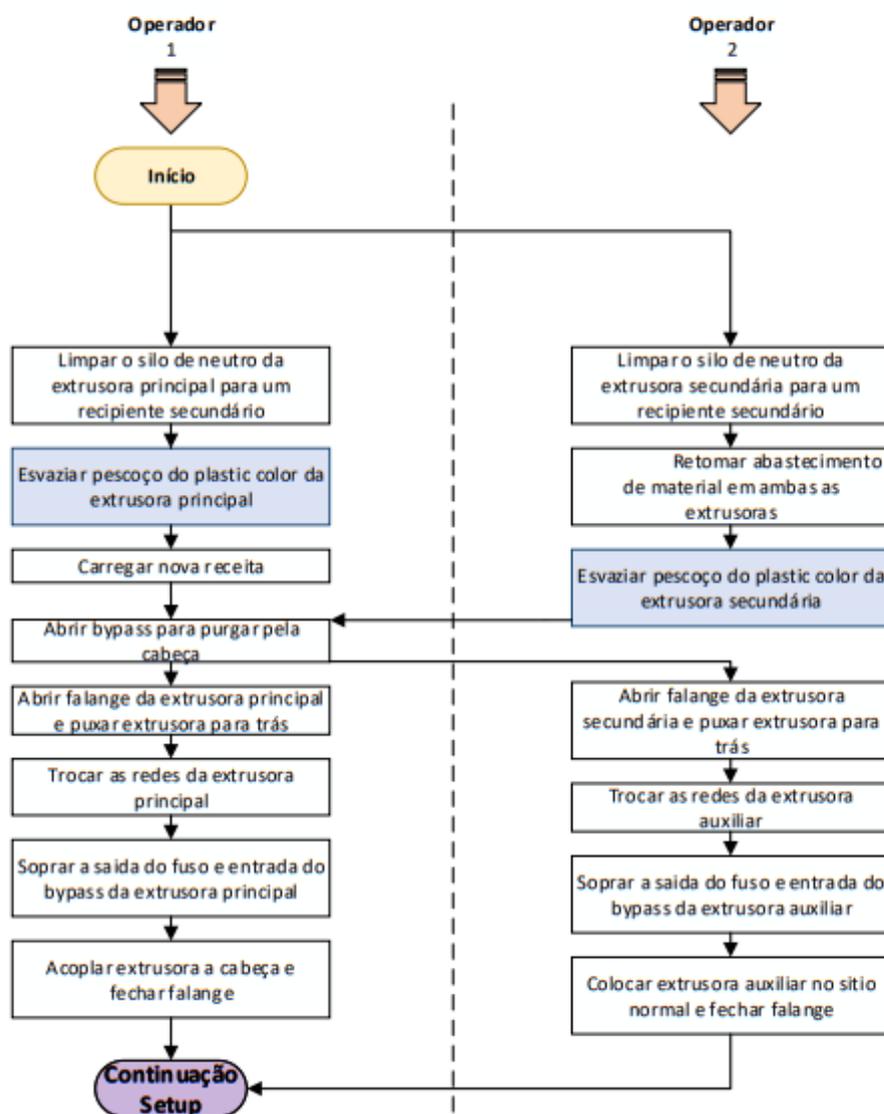


Figura 75 - Fluxograma de hiperligação para tarefas de mudança de material

Mudança de secção

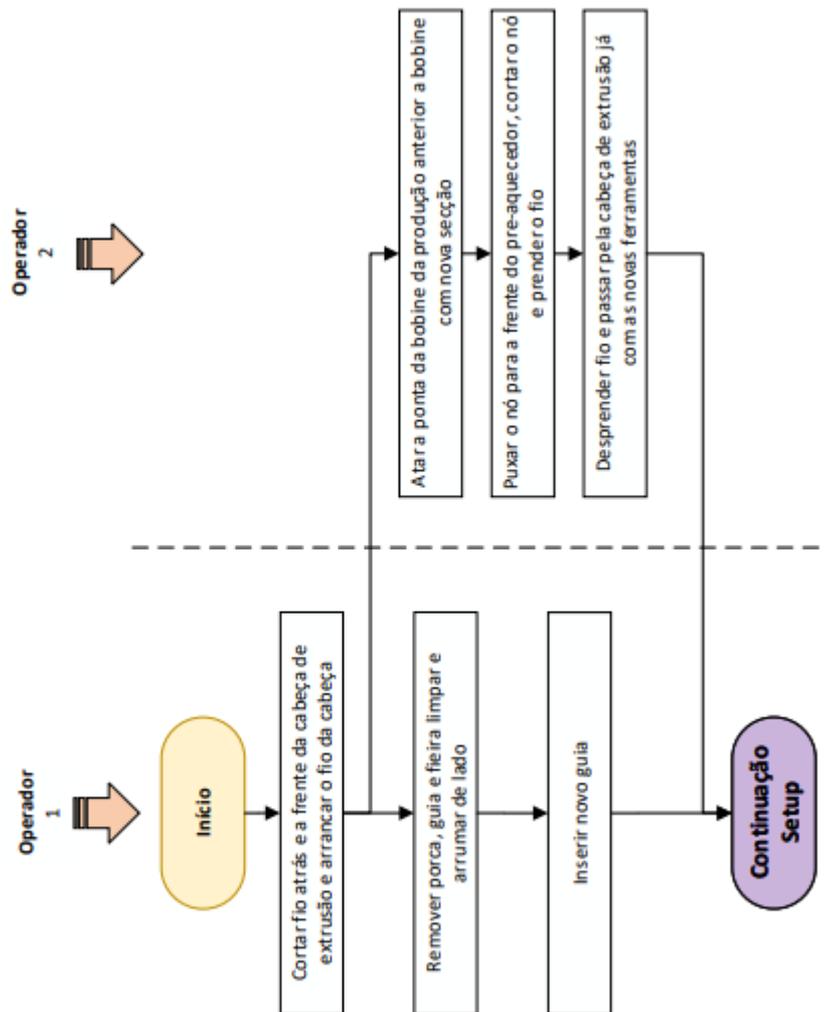


Figura 76 - Fluxograma da hiperligação para tarefas de mudança de secção

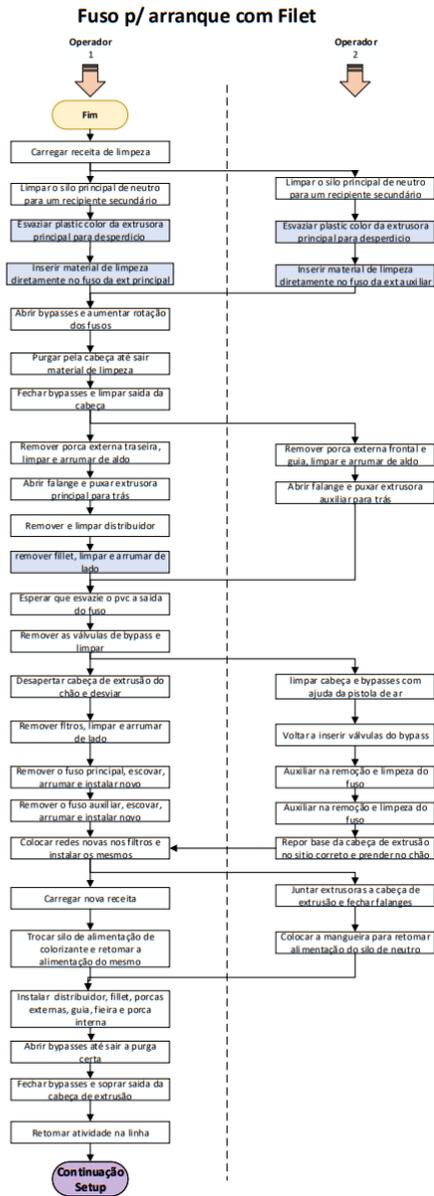


Figura 77 - Fluxograma de hiperligação para mudança de fuso para arranque com Fillet

Fuso p/ arranque sem Filet Extrusora principal

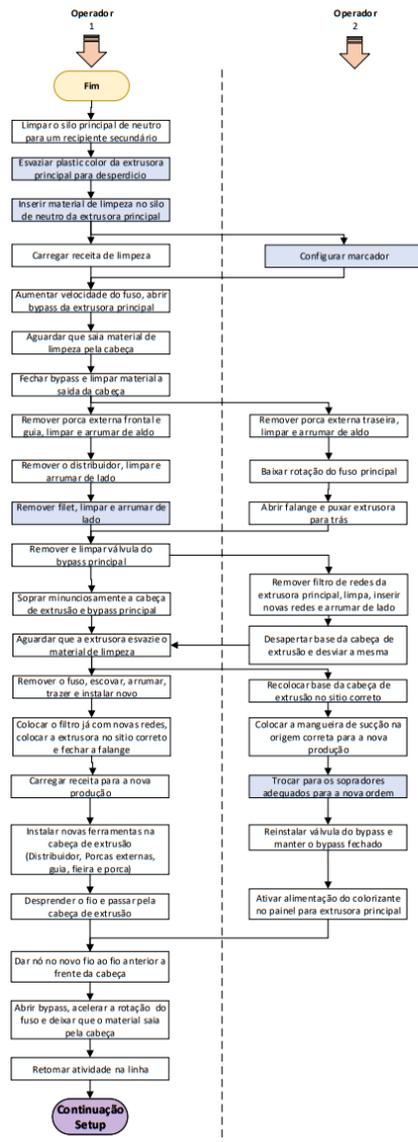


Figura 78 - Fluxograma de hiperligação para mudança de fuso para arranque Sem Fillet

Fuso p/ arranque sem Filet Extrusora secundária

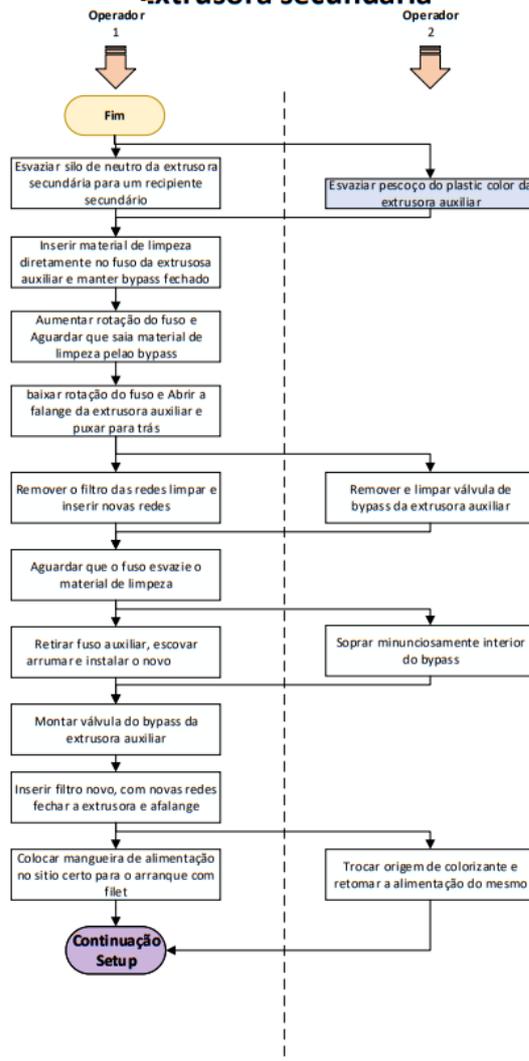


Figura 79 - Fluxograma de hiperligação para mudança de fuso para arranque sem Fillet

Procedimentos finais

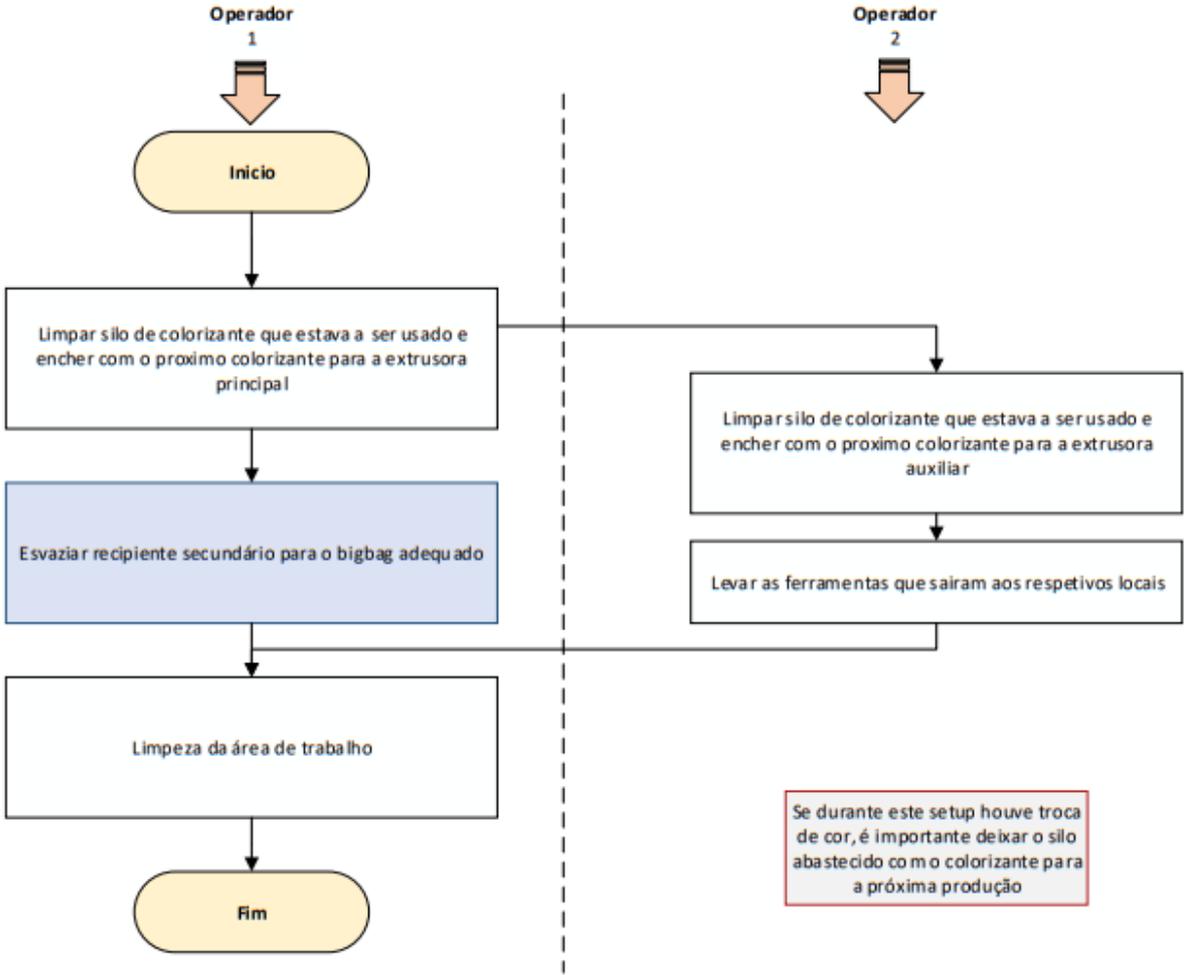


Figura 80 – Fluxograma de hiperligação dos procedimentos finais de setup