



Desenvolvimento de projetos de melhoria contínua numa empresa de compostos termoplásticos e reticuláveis

Mestrado em Engenharia Mecânica - Produção Industrial

Filipe Miguel Cordeiro Henriques

Leiria, novembro de 2021



Desenvolvimento de projetos de melhoria contínua numa empresa de compostos termoplásticos e reticuláveis

Mestrado em Engenharia Mecânica - Produção Industrial

Filipe Miguel Cordeiro Henriques

Trabalho de Projeto realizado sob a orientação da Professora Fátima Maria Carvalhinhas Barreiros do IPL e coorientação da Professora Irene Sofia Carvalho Ferreira.

Leiria, novembro de 2021

Originalidade e Direitos de Autor

O presente relatório de projeto é original, elaborado unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica - Produção Industrial, no ano letivo 2020/2021, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos aqueles que me apoiaram e deram força ao longo desta jornada.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer aos meus pais, Carlos e Rosa, bem como à minha tia, Fátima, por todo o apoio, motivação e afeto demonstrado nos momentos de maior dúvida e frustração.

Deixo um reconhecimento especial às professoras Irene Ferreira e Fátima Barreiros, cujo contributo para a conclusão desta tese foi essencial.

Aos diretores da produção, Filipe Regalado e Ruben Pragosa, por todos os esclarecimentos prestados e por toda a disponibilidade demonstrada.

Um agradecimento especial ao Engenheiro Miguel Lisboa por todo o acompanhamento e ideias partilhadas.

Aos técnicos do departamento da manutenção, planeamento e produção pela compreensão e tolerância com que me receberam.

Por fim, um obrigado à Cabopol Polymer Compounds por me ter proporcionado todas as condições necessárias para a realização deste projeto e por me ter acolhido de uma forma tão calorosa.

“In the middle of difficulty lies opportunity.”

(Albert Einstein)

Resumo

Vivemos uma época na qual cada vez mais se verifica uma competição mais intensa entre as empresas, muito devido à globalização crescente dos últimos anos. Neste sentido, torna-se fundamental empregar práticas de melhoria contínua em todas as fases de desenvolvimento do produto para garantir a sobrevivência das empresas. Para tal, promove-se a utilização de ferramentas e metodologias apoiadas no *Lean Manufacturing*, permitindo proporcionar produtos com um custo reduzido e um nível de qualidade elevado.

No seguimento desta linha orientadora, este projeto reflete a implementação de alguns projetos de melhoria contínua tendo por base técnicas de *Lean Manufacturing*, como é o caso da padronização, do SMED e dos 5S, numa empresa de produção de compostos termoplásticos e reticuláveis, bem como os estudos associados e resultados obtidos. Neste âmbito, através da implementação do SMED na passagem de produção de cor preta para cor branca (considerada a mais crítica) foi possível reduzir o tempo *setup* em 46%. Esta melhoria foi alcançada após a análise dos procedimentos existentes, conversão de tarefas de *setup* internas em externas e através da implementação de outras melhorias nas diversas tarefas executadas. Paralelamente, foi estudado o impacto de o *setup* elaborado pelo departamento da produção ser realizado por dois colaboradores em vez de apenas um, com vista a reduzir o tempo de execução. Este estudo conduziu a uma redução de 55% do tempo entre o final da produção e o início da seguinte.

No que diz respeito aos 5S, foram implementadas diversas ações em diferentes locais do chão de fábrica permitindo uma maior organização e melhoramento dos postos de trabalho, o que conduziu a uma redução do tempo de execução das tarefas. Tarefas como a reposição das redes utilizadas nos crivos apresentaram uma redução de tempo na ordem dos 78% na linha 21 e na linha 18 de 92%. Já a reorganização da sala de corantes levou a uma redução das deslocações por parte do colaborador de 28%.

Face ao trabalho elaborado, entende-se que, a implementação sistemática de projetos de melhoria tendo por base as técnicas de *Lean* permite às organizações alcançar melhorias, umas mais significativas que outras, mas que cumulativamente permitem incrementar a competitividade das organizações, fator essencial na conjuntura atual.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*, Padronização, SMED, *Setups*.

“The important thing is not to stop questioning. Curiosity has its own reason for existence.”

(Albert Einstein)

Abstract

We are experiencing a time in which there is more and more intense competition between companies, largely due to the growing of globalization in the recent years. In this sense, it is essential to employ continuous improvement practices in all stages of product development to ensure the survival of companies. To this end, the use of tools and methodologies supported by Lean Manufacturing is promoted, allowing to provide products with a reduced cost and a high level of quality.

Following these guidelines, this project reflects the implementation of some continuous improvement projects based on Lean Manufacturing techniques, such as standard work, SMED and 5S, in a company that produces thermoplastic and crosslinkable compounds. In this context, through SMED's implementation in black to white production transition (considered the most critical), it was possible to reduce setup time by 32%. This improvement was achieved after analyzing the existing procedures, converting internal setup tasks into external ones and implementing other improvements at the tasks performed. At the same time, the impact of carried out setups by two employees of the production department instead of just one, led to a 55% reduction in the time between the end of production and the start of the next one.

Regarding 5S implementation, several actions were implemented in different locations of the factory floor, allowing for greater organization and improvement of workstations, which led to a reduction in the time required to perform the tasks. Tasks such as the replacement of the nets used in the sieves presented a time reduction of around 78% in line 21 and 92% in line 18. The reorganization of the dyes room led to a 28% reduction in employee displacements.

Given the work carried out, it is understood that the systematic implementation of improvement projects based on Lean techniques allows organizations to achieve improvements, some more significant than others, but which cumulatively allow to increase their competitiveness, an essential factor in actual context.

Keywords: *Lean Manufacturing, Standardization, SMED, Setups.*

Índice

Originalidade e Direitos de Autor.....	iii
Dedicatória.....	iv
Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract.....	ix
Lista de figuras	xii
Lista de tabelas	xiv
Lista de siglas e acrónimos	xv
1. Introdução.....	1
1.1. Objetivo do projeto	1
1.2. Estrutura da tese	2
2. Estado da arte.....	4
2.1. Enquadramento.....	4
2.2. Mudança rápida de ferramenta (SMED).....	4
2.3. Trabalho padronizado	8
2.4. Sistemas <i>Poka-Yoke</i>	9
2.5. 5S.....	10
3. Caracterização da empresa	11
3.1. Apresentação da empresa.....	11
3.2. Classificação dos produtos comercializados	12
3.3. Caraterização dos processos principais.....	14
4. Projetos de melhoria contínua	19
4.1. Modelo de melhoria contínua.....	20
4.2. Projeto de padronização de tempos de <i>setups</i>	22
4.3. Melhoria do tempo de setup: mudanças cor preta para cor branca ou natural	25

4.4. Melhoria do tempo de <i>setup</i> no departamento de manutenção.....	29
4.4.1. Análise da situação da empresa	29
4.4.2. Identificação e conversão de tarefas internas em externas	30
4.4.3. Melhorias adicionais efetuadas.....	36
4.5. Projeto abraçadeiras	43
4.6. Projeto 5S	48
4.6.1. Intervenção em posto de trabalho	48
4.6.2. Identificação do armazém das matérias-primas.....	51
4.6.3. Reorganização das redes.....	52
4.6.4. Mapeamento dos barómetros.....	53
4.6.5. Reorganização e identificação da sala de corantes	55
4.6.6. Reorganização da bancada de ferramentas	58
4.6.7. Organização de fusos e camisas	61
4.6.8. Identificação dos postos de carregamento das baterias	63
4.7. Outras ações de melhoria implementadas.....	65
4.7.1. Receção de encomendas	65
4.7.2. Manual de boas-vindas	66
4.8. Melhorias aprovadas, mas não implementadas	66
5. Conclusões finais e sugestões futuras.....	70
5.1. Conclusões finais.....	70
5.2. Implementações futuras	72
Referências Bibliográficas	73
Anexos.....	75
A. Tipos de passagens.....	75
B. Formação SMED	76
C. Atividade de VA e VNA	79
D. Mapeamento das Abraçadeiras CB1	80
E. Registo das Abraçadeiras CB1 e CB 2.....	83
F. Ferramentas das bancadas das linhas	92

Lista de figuras

Figura 1 – Esquema representativo das fases do SMED	7
Figura 2 - Sistema Poka-Yoke.....	9
Figura 3 – 5S.....	10
Figura 4 - Cabopol Polymer Compounds	11
Figura 5 - Sequência dos processos.....	14
Figura 6 - Componentes de uma extrusora.....	18
Figura 7 – Modelo de melhoria contínua	21
Figura 8 - Suporte para a tubagem.....	36
Figura 9 -Lista de ferramenta e localização.....	37
Figura 10 – Exemplo de etiqueta	37
Figura 11 - Reposicionamento da mangueira de ar comprimido.....	38
Figura 12 – Bomba hidráulica do câmbio de filtros.....	39
Figura 13 - Suporte para ferramentas.....	41
Figura 14 - Caixa para parafusos e porcas	42
Figura 15 - Mapeamento das abraçadeiras na linha 1.....	44
Figura 16 - Mapeamento das abraçadeiras na linha 18.....	45
Figura 17 - Posto de trabalho “Microdoses” original	48
Figura 18 - Ferramentas eliminadas do posto de trabalho “Microdoses”	49
Figura 19 - Posto de Trabalho Microdoses	49
Figura 20 - Ferramentas Marcadas	50
Figura 21 – Identificação do armazém da matéria-prima.....	51
Figura 22 - Bancada das redes	53
Figura 23 - Ponto de verificação	55
Figura 24 - Layout inicial da sala de corantes	56
Figura 25 - Layout final da sala de corantes.....	56
Figura 26 - Caixas sacos de plástico depois.....	57
Figura 27 - Bancada fixa de ferramentas.....	59

Figura 28 - Carrinho de ferramenta	60
Figura 29 - OPL - carrinho de ferramentas da Linha 8.....	61
Figura 30 - Fusos identificados.....	62
Figura 31 - Quadro fusos e camisas	63
Figura 32 - Procedimento de receção de encomendas.....	65
Figura 33 – Aperto da ponteira do fuso para o cambio de filtros	67

Lista de tabelas

Tabela 1 - Tipos de limpeza na linha 1	23
Tabela 2 - Tipos de Limpeza Linha 1	23
Tabela 3 - Tipos de Limpeza Linha 13	24
Tabela 4 - Tempo de execução <i>setups</i> linha 1.....	24
Tabela 5 - Método de trabalho antes da otimização.....	26
Tabela 6 - Método de trabalho depois da melhoria.....	28
Tabela 7 - Tempo associado ao técnico da manutenção na realização de diversas tarefas.....	30
Tabela 8 - Classificação das tarefas	31
Tabela 9 - Sugestões de melhoria	33
Tabela 10 - Regra de Pareto - tempo de tarefas	34
Tabela 11 - Tarefa "Purgar a máquina"	34
Tabela 12 - Tarefa " Retirar suporte do suporte das laminas"	35
Tabela 13 - Tarefa "Montar câmbio de filtros"	35
Tabela 14 - Desperdícios de tempo mais frequentes.....	35
Tabela 15 – Ferramentas no carrinho da manutenção	40
Tabela 16 - Registo das abraçadeiras Linha 1	46
Tabela 17 - Designação das siglas utilizadas	46
Tabela 18 - Número trocas de rede por linha	52
Tabela 19 – Barómetros da linha 7	54
Tabela 20 - Tempo de deslocação dos operadores na sala de corantes.....	57
Tabela 21 – Ferramentas da bancada da Linha 21	58
Tabela 22 - Percentagem de ferramentas eliminadas	59
Tabela 23 - Informação sobre os carregadores dos empilhadores.....	64

Lista de siglas e acrónimos

CB1	Cabopol 1
CB2	Cabopol 2
ESTG	Escola Superior de Tecnologia e Gestão
IA	Intermédio Arrefecedor
IED	<i>Internal Exchange of Die</i>
IMS	Intermédio Misturador Sólidos
IML	Intermédio Misturador Líquido
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
OED	<i>Outer Exchange of Die</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OPL	<i>One Point Lesson</i>
PBD	Polibutadieno
PE	Polietileno
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PVC	Policloreto de vinilo
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>

1. Introdução

O caso em estudo foi desenvolvido numa empresa de referência, quer a nível nacional, quer internacional, na produção de compostos termoplásticos e reticuláveis. Esta empresa não se prende à sua reputação e está em constante evolução para se tornar mais eficiente e eficaz, apostando fortemente na melhoria contínua. Um dos principais fatores que a empresa pretende minimizar são os tempos de paragem programada, mais propriamente na passagem da produção de um material para o seguinte (daqui em diante será referido como passagem de material), de forma a reduzir os custos e aumentar a capacidade produtiva. O trabalho desenvolvido vai ao encontro das necessidades da empresa, dando resposta ao problema apresentado através de vários projetos que atuam diretamente na causa raiz do mesmo, bem como alguns projetos paralelos que, indiretamente, auxiliam a alcançar o objetivo principal, como será descrito nos capítulos que se seguem.

1.1. Objetivo do projeto

O principal objetivo deste projeto consiste em desenvolver e otimizar os processos de chão de fábrica da empresa de acolhimento, Cabopol Polymer Compounds, com vista a aumentar a sua eficiência e reduzir os custos. As implementações são baseadas e apoiadas na metodologia *Lean Manufacturing*.

Os objetivos específicos prendem-se com a classificação e quantificação dos diferentes tipos *setup* existentes em cada uma das linhas, bem como otimização das tarefas do departamento da produção e manutenção efetuadas numa linha específica. Conjuntamente também se implementaram diversos projetos 5S.

Numa fase inicial foi realizada uma análise das condicionantes que originam os diferentes tipos de *setup* em cada uma das linhas, tendo como suporte a base de dados da empresa e o conhecimento dos diretores da produção. Além de definir os equipamentos sujeitos a limpeza em cada uma das passagens de produção, também se calculou e definiu o tempo médio esperado para cada uma delas, tendo sido efetuada a média das últimas 5 ocorrências. Esta primeira fase permitiu agrupar as diferentes passagens por categorias, etapas e atribuir um tempo a cada uma delas.

Desenvolvimento de projetos de melhoria contínua numa empresa de compostos termoplásticos e reticuláveis

Posteriormente, dado que era conhecido que o departamento da produção era responsável por consumir a maior fatia do tempo de *setup* e sendo este tempo alvo de redução, foram acompanhados os técnicos da produção de forma a se perceber o procedimento em vigor. Após realizar um levantamento das diversas etapas efetuadas foi estudado o impacto do *setup* ser realizado por dois técnicos em vez de apenas um.

Na fase seguinte, através de gravações realizadas, recorreu-se à ferramenta *Single Minute Exchange of Die* (SMED) com o intuito de se reduzir o tempo de *setup* por parte dos técnicos da manutenção. A intervenção dos técnicos foi avaliada como um todo, sem analisar as tarefas individualmente, de forma a encontrar possíveis melhorias que permitissem reduzir o tempo de mudança. Posteriormente, com base nos tempos de cada tarefa foi aplicada a Lei de Pareto e as tarefas com um maior impacto no tempo foram analisadas e decompostas com maior detalhe. Os passos realizados nos três parágrafos anteriores permitiram responder diretamente às principais necessidades apresentadas pela empresa.

Paralelamente, utilizou-se os 5S para a redefinição e organização dos postos de trabalho do departamento da produção. Embora estas intervenções não estejam diretamente relacionadas com o problema principal apresentam um impacto indireto no mesmo, auxiliando na sua resolução e permitindo um trabalho mais eficiente.

1.2. Estrutura da tese

O presente relatório está dividido em cinco capítulos.

No presente capítulo, capítulo 1, são apresentados os objetivos gerais e os objetivos específicos deste projeto.

No segundo capítulo é exposta uma revisão do estado da arte, sendo apresentadas algumas das ferramentas que surgem associadas à filosofia *Lean*, como é o caso do SMED (*Single Minute Exchange of Die*), trabalho padronizado, sistemas *Poka-Yoke* e 5S's.

No terceiro capítulo é apresentada uma breve caracterização e exposição da Cabopol enquanto empresa e em que contexto se insere. Ainda neste capítulo é explanado, de uma forma sucinta e genérica, o processo de produção da Cabopol.

No quarto capítulo são apresentados os diferentes projetos que foram desenvolvidos com vista a atingir os objetivos traçados anteriormente, bem como os respetivos resultados e

Desenvolvimento de projetos de melhoria contínua numa empresa de compostos termoplásticos e reticuláveis correspondente discussão. É também realizada uma descrição passo a passo do procedimento adotado.

No quinto e último capítulo é exposto o balanço final das diversas intervenções e apresentadas as conclusões finais, sendo também efetuadas algumas sugestões futuras.

2. Estado da arte

2.1. Enquadramento

Na atualidade, a pressão da competitividade entre as empresas é uma constante, exigindo que estas estejam em permanente inovação e reinvenção na forma como atuam nos seus mercados. Estas ao não acompanharem o dinamismo do mercado e os avanços tecnológicos podem colocar em causa a sua continuidade. Nesse sentido, é necessário que as empresas elenquem colaboradores qualificadas e capazes de aplicar ferramentas e metodologias de melhoria contínua para superar os desafios a que são sujeitas.

É nesta realidade que a melhoria contínua assume um papel fulcral no contexto industrial, tendo uma elevada importância em todo o processo produtivo, desde o desenvolvimento da ideia até à obtenção do produto/serviço final. O Lean Manufacturing surge da necessidade de se obter produtos no menor tempo e ao menor custo possível, mas mantendo sempre um nível de qualidade elevado. É neste sentido que a produção das empresas tem caminhado, não havendo margem para desperdícios e erros. Associado ao Lean Manufacturing existem diversas metodologias e ferramentas que auxiliam o cumprimento do seu propósito, como é o caso da Mudança de Ferramenta em menos de 10 min, do inglês, *Single Minute Exchange Die* (SMED), dos 5S, do Trabalho Padronizado e dos sistemas *Poka-Yoke*. Contudo, importa destacar que na implementação de uma ação de melhoria contínua torna-se “difícil” implementar apenas uma ferramenta/metodologia, pois muitas delas estão interligadas e para se atingir o resultado pretendido é necessário fazer uma fusão das mesmas.

2.2. Mudança rápida de ferramenta (SMED)

O SMED surge numa publicação de Shingo, em 1985, na qual esta ferramenta [1, 2] é descrita exaustivamente. Desde então tem sido implementada numa gama alargada de empresas que pretendem otimizar os seus processos e aumentar a sua competitividade, de forma a superar os seus concorrentes.

Na criação da equipa responsável pela implementação do SMED deve de estar patente que uma equipa multidisciplinar é o ideal, pois reúne diferentes perspetivas e conhecimentos de várias áreas. Esta técnica numa fase inicial permite atingir ganhos significativos sem

qualquer investimento ou com um investimento muito reduzido, representando um aspeto muito atrativo para a sua implementação [3, 4].

A primeira etapa da implementação da ferramenta SMED passa por analisar a situação atual do processo e, posteriormente, enumerar quais são as atividades de *setup* (tempo decorrido entre a última peça boa de uma produção e a primeira peça boa da produção seguinte). O *setups* pode ser dividido em *setup* interno (*IED - Internal Exchange of Die*) e em *setup* externo (*OED - Outer Exchange of Die*). O tempo de *setup* interno tem um impacto proporcional nos custos de produção, ou seja, quanto maior o tempo de *setup* maior será o preço da peça final. O *setup* interno são as atividades que apenas podem ser executadas com o equipamento parado, enquanto o *setup* externo – se refere às atividades que podem ser executadas durante o ciclo da máquina [3, 4].

Através da implementação do SMED pretende-se converter o máximo de *setup* interno em *setup* externo, reduzindo assim o tempo que o equipamento está parado. É possível distinguir três grupos de operações que consomem tempo, designadamente: operação principal, operação anexa e operação suplementar. Na primeira ocorre a execução dos procedimentos contidos nas diferentes fases do processo, como a transformação de produto, exames da qualidade do produto, etc.. A segunda dá apoio à operação principal, como por exemplo colocar e retirar produtos nas prateleiras, fixação de produtos sobre a máquina, entre outros. Por fim, a terceira operação diz respeito a atividades que se desempenham no tempo excedente das outras duas operações, sendo exemplo disso a limpeza de desperdícios, a lubrificação das máquinas, entre outras [3, 5].

Uma das formas mais comuns de otimizar as operações descritas é a aposta no domínio tecnológico, passando pela automatização dos processos e da melhoria da tecnologia existente. Através destas medidas o operador aumenta a sua disponibilidade, podendo executar outras tarefas. Algumas das vantagens são a redução da fadiga, a redução da probabilidade de erro, tornando os processos mais simples e fáceis de otimizar, entre outras.

Tipicamente, o tempo de *setup* compreende quatro fases, a saber [6, 7]:

1. Preparação do material, das matrizes, das fixações, etc. (30% do tempo);
2. Aperto e libertação das ferramentas (5% do tempo);
3. Centragem e determinação das dimensões das ferramentas (15% do tempo);
4. Ensaio e regulação (50% do tempo).

De forma a se implementar o SMED eficazmente devem ser seguidas várias etapas, designadas a seguir pelas fases 0 a 3. [3, 5-7]

Fase 0:

Aquando da fase 0, as tarefas são realizadas de uma forma desorganizada e sem critério. Neste sentido, começa-se por medir os tempos do processo sem qualquer alteração, de forma a se criar uma base para se comparar com o resultado final e averiguar se as ações implementadas produziram um efeito positivo ou não. Nesta fase inicial ainda não se distinguem operações internas de externas.

Fase 1:

Na fase 1 começa-se por estabelecer a distinção entre as tarefas a executar com equipamento parado (IED) e as tarefas a executar com o equipamento em funcionamento (OED). Posteriormente, elabora-se uma *checklist* na qual se define quais são as operações que devem ser efetuadas durante o funcionamento da máquina, garantindo que todo o trabalho externo é efetuado após o período de paragem do equipamento.

Através da execução desta etapa é espectável uma redução do tempo aproximadamente de 30% a 50%.

Fase 2:

Na fase 2, após uma análise criteriosa aos dados levantados, procura-se converter IED em OED implementando novas soluções, minimizando assim o tempo das operações internas. A correta elaboração desta etapa está dependente do conhecimento detalhado do equipamento e das ferramentas utilizadas no *setup*.

Fase 3:

Na última fase (fase 3) pretende-se otimizar todas as tarefas existentes no *setup* para que o tempo total seja o menor possível. Posteriormente a se definir os procedimentos a seguir é essencial implementar sistemas *Poka-Yoke* para mitigar os erros e a falha humana.

Após todas as implementações estarem finalizadas é importante realizar a medição dos tempos de cada uma das tarefas e comparar com o ponto de partida.

Concluindo todas as etapas referidas deve-se repetir o processo do SMED para que a otimização seja contínua [2, 3, 8].

A Figura 1 resume de forma esquemática as fases descritas anteriormente.

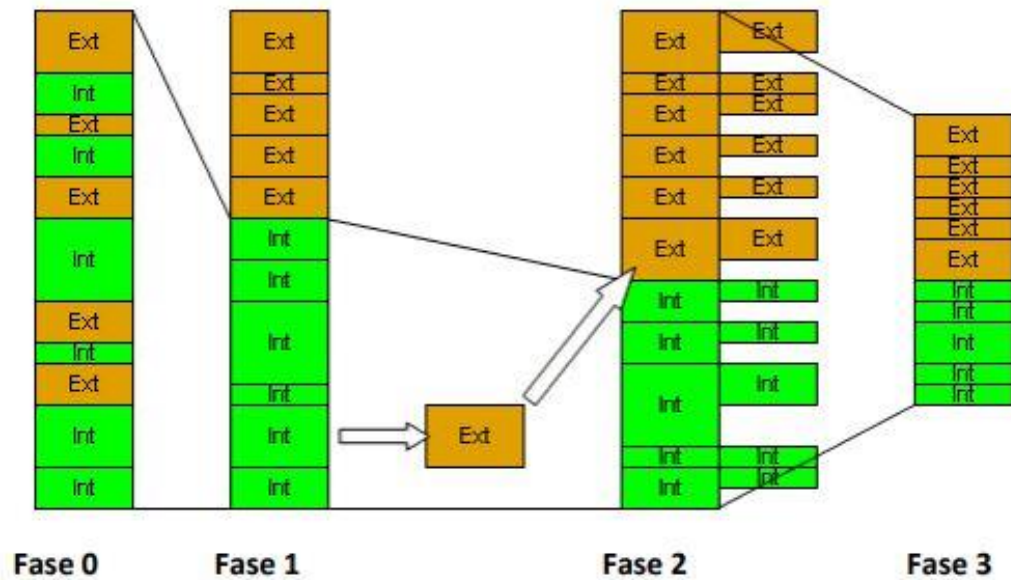


Figura 1 – Esquema representativo das fases do SMED [3].

Os benefícios da utilização do SMED são os seguintes [1, 6, 9, 10]:

- Diminuição do *stock*, uma vez que é possível produzir lotes menores;
- Aumento da disponibilidade dos equipamentos;
- Aumento da capacidade de produção;
- Aumento da qualidade dos produtos;
- Recuperação do investimento mais rápida;
- Redução dos custos do produto final.

2.3. Trabalho padronizado

A ferramenta trabalho padronizado, do inglês *Standard Work*, consiste em criar procedimentos e métodos de trabalho baseados nas melhores práticas. Permite também a redução das oscilações de um determinado processo, sendo o resultado final espetável.

Através do trabalho padronizado pretende-se sistematizar os procedimentos de forma que, sucessivamente, os desperdícios sejam suprimidos, obtendo-se uma produção com um fluxo constante e controlado. Para que esta ferramenta possibilite atingir um nível de qualidade elevado, é necessário que os processos sejam executados da forma definida. É importante salientar que apesar de se definirem bons procedimentos estes podem não ser cumpridos, havendo a necessidade de se manter um controlo de qualidade para garantir a aplicação dos procedimentos definidos e também conciliar o trabalho padronizado com outras ferramentas como é o caso dos sistemas *Poka-Yoke*. Associado à variedade da forma de execução dos processos há um aumento da desordem e, assim, maior dificuldade em identificar oportunidades de melhoria [2, 8, 11].

O dinamismo da introdução de novas tecnologias e de novos processos exige a reformulação dos procedimentos estabelecidos, pois o que é a melhor forma de atuar atualmente poderá não corresponder à melhor forma de atuar no futuro [11].

Existem quatro pré-requisitos para se atingir o trabalho padronizado, sendo eles [11]:

- O colaborador ter competências para executar o trabalho definido;
- O colaborador ter a capacidade de assegurar a repetibilidade das tarefas pelas quais é responsável;
- O ambiente em que se desenvolvem as tarefas deve de ser sempre igual, sendo o equipamento, ferramentas e espaço de trabalho fiável e funcional;
- Os materiais e ferramentas devem de se encontrar em pleno funcionamento e ser de qualidade elevada para que as hipóteses de variação sejam reduzidas.

2.4.Sistemas *Poka-Yoke*

O sistema *Poka-Yoke* surgiu pela primeira vez no Japão para responder à necessidade de criar processos de produção sem erros, de forma a reduzir os defeitos e as peças não conformes, caminhando no sentido de se obter 100% de qualidade [2, 12].

Aquando da ocorrência de um erro, um sistema *Poka-Yoke* vai impedir a sua propagação para as etapas seguintes, sendo a peça eliminada ou retida de imediato no local e no momento da ocorrência. Desta forma previne-se que os defeitos cheguem até ao cliente. Apresenta ainda como vantagem a identificação e resolução de erros. Alguns dos métodos de prevenção existentes são [12, 13]:

- Fatores Humanos;
- Controlo;
- Aviso.

Numa linha de produção/montagem, quando o sistema *Poka-Yoke* deteta uma anomalia a linha pára (controlo), sendo emitido um alerta para se proceder à resolução ou eliminação do problema. O alerta pode ser feito recorrendo a sons, luzes ou outra forma que permita chamar à atenção do responsável por resolver o erro e evitar que este se propague (fatores humanos) [12, 13].

Na Figura 2 está representado um sistema *Poka-Yoke*, onde se pode observar a existência de apenas uma forma de encaixar as peças, não havendo ambiguidade, pois caso se pretenda colocar as peças na posição incorreta o sistema não o permite.

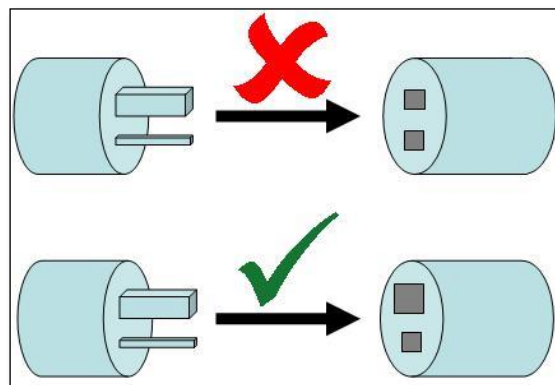


Figura 2 - Sistema Poka-Yoke [14].

2.5. 5S

O sistema 5S (Figura 3) é uma ferramenta oriunda do Japão, tendo como principais objetivos a melhoria das condições de trabalho e do posto de trabalho, bem como a redução do desperdício. Habitualmente, esta é uma das primeiras ferramentas a ser implementada, servindo de base para as restantes. Os 5S podem ser aplicados a todos os departamentos da empresa, mas sendo necessário garantir a sua manutenção e contínua melhoria [2, 4, 8].



Figura 3 – 5S [8].

No sistema 5S, tal como o nome indica, há 5S com o seguinte significado [2, 15, 16]:

Seiri (Separar/Eliminar) – Selecionar apenas os materiais e as ferramentas úteis e necessárias para a realização de uma determinada tarefa, suprimindo tudo o que for desnecessário no local de trabalho;

Seiton (Ordenar/Arrumar) – O posto de trabalho deve de ser organizado através da definição e identificação dos locais específicos para cada um dos utensílios, pois cada um destes deve de ser arrumado no local respetivo, eliminando assim movimentações desnecessárias;

Seiso (Limpar) – Manter o posto de trabalho limpo, de forma a facilitar a inspeção deste. Desta forma, serão visíveis possíveis anomalias que possam colocar em causa o bom funcionamento do mesmo;

Seiketsu (Padronizar/Normalizar) – Delinear métodos de manutenção e monitorização dos S's anteriores, para que as práticas implementadas sejam cumpridas.

Shitsuke (Autodisciplina) – Manter condições estáveis criadas anteriormente através da autodisciplina e do rigor, mas estar consciente da necessidade da melhoria contínua.

3. Caracterização da empresa

3.1. Apresentação da empresa

A Cabopol Polymer Compounds (Figura 4) é uma empresa de referência a nível europeu na produção de compostos termoplásticos e reticuláveis, enquadrando-se na multinacional Mekkin. Os seus produtos têm como principais destinos a indústria automóvel, cablagem, construção, calçado, médica e embalagens. De salientar ainda que a empresa tem um total de 14 linhas de produção, exportando para mais de 70 países. Embora seja sediada e com 3 fábricas em Portugal (Cabopol 1, Cabopol 2 e Cabopol 3), apresenta também infraestruturas em Marrocos e Sérvia [17].

A empresa apresenta como missão “Ser a escolha natural dos nossos colaboradores, clientes e parceiros”. No que diz respeito aos valores empresariais é defendido o trabalho em equipa, a honestidade, a sustentabilidade, a solidariedade e a conceção de produtos de qualidade e valor acrescentado [17]

No que diz respeito ao Sistema de Gestão da Qualidade, desde 1997 que a empresa é certificada, respeitando atualmente a NP EN ISO 9001:2015 [17]. A Cabopol acredita que ao manter uma estratégia de desenvolvimento sustentado e de melhoria contínua fideliza os seus clientes e parceiros.



Figura 4 - Cabopol Polymer Compounds [18]

A empresa tem uma extensa gama de produtos, consequência de a produção ser baseada nas características mecânicas especificadas por cada cliente, sendo a produção feita à medida.

Desenvolvimento de projetos de melhoria contínua numa empresa de compostos termoplásticos e reticuláveis

A capacidade produtiva da empresa ronda sensivelmente as 110 000 toneladas por ano, contanto com 175 colaboradores altamente especializados para atingir este valor. A maioria da produção, cerca de 80%, destina-se à exportação para mais de 70 países.

3.2. Classificação dos produtos comercializados

A empresa divide os produtos comercializados em cinco categorias, nas quais são compilados os milhares de referências produzidas. As categorias acabaram por se tornar as marcas dos produtos. Estas foram criadas com base na composição química dos produtos, bem como nas suas aplicações, tendo surgido as seguintes marcas: *Lacoflex*, *Biomind*, *Sofiplus*, *Sofiprime* e *Polyprime*.

Lacoflex

Os produtos da marca *Lacoflex* destinam-se maioritariamente à indústria do calçado (solas de sapatos) e à indústria automóvel (superfícies que não só requerem acabamentos suaves e macios, mas também resistência mecânica elevada). As suas propriedades são idênticas às apresentadas pela borracha, embora se verifique maior resistência mecânica. Estes produtos surgem da mistura de polibutadieno (PBD), material semelhante a um elastómero, com poliestireno (PS), um plástico mais duro.

Biomind

A marca *Biomind* surge na resposta por parte da Cabopol à preocupação crescente com o ambiente, devido ao consumo desmedido de plástico, uma vez toda esta linha ser constituída pela produção de produtos biodegradáveis.

Os compostos com origem fóssil foram substituídos por substâncias de origem vegetal que, após degradação, se convertem em fertilizante. Estes produtos apresentam como principal destino a indústria de embalagem de alimentos (descartáveis, sacos do lixo, entre outras). Alguns produtos permitem a biodegradação e a assimilação dos compostos biodegradáveis ocorra num intervalo máximo de 180 dias.

Sofiplus

A marca *Sofiplus* foca-se nas necessidades das indústrias automóvel, fotovoltaica, marítima, ferroviária e cablagem.

A constituição química é predominantemente polietileno (PE) e/ou polipropileno (PP), sendo livre de halogénios. As principais propriedades destes produtos são a resistência à abrasão, à fissuração e ao desgaste térmico e elétrico.

A indústria automóvel é a que apresenta maiores restrições nos seus produtos, uma vez que é necessário o recurso a polímeros de baixo teor de halogénios nos seus veículos, de forma a evitar contaminações caso se atinjam temperaturas superiores a 125 °C. Para responder à procura, os polímeros produzidos respeitam a norma ISO 6722, LV 112 [19].

Sofiprime

As principais propriedades dos produtos da marca *Sofiprime* são a elevada capacidade de oferecer uma barreira a moléculas de oxigénio e de vapor de água, uma vez serem formados por um termoplástico poliolefínico. Tipicamente são produzidos através da técnica de injeção. À semelhança com a marca *Biomind*, estes produtos também se destinam à indústria de embalagem.

Polyprime

O *Polyprime* distingue-se das marcas anteriores devido à sua elevada elasticidade, estabilidade química e resistência a temperaturas elevadas. Estes produtos surgem da combinação de policloreto de vinilo (PVC) com aditivos, como por exemplo estabilizadores, lubrificantes, plastificantes, entre outros. Desta mistura surgem o PVC rígido e o PVC plastificado. As indústrias da cablagem, automóvel e médica-hospitalar são os principais destinos desta gama de produtos.

3.3. Caraterização dos processos principais

A produção de compostos termoplásticos na empresa é formada por 13 fases sequenciais (Figura 5), sendo cada uma num equipamento distinto, como se descreve em seguida.

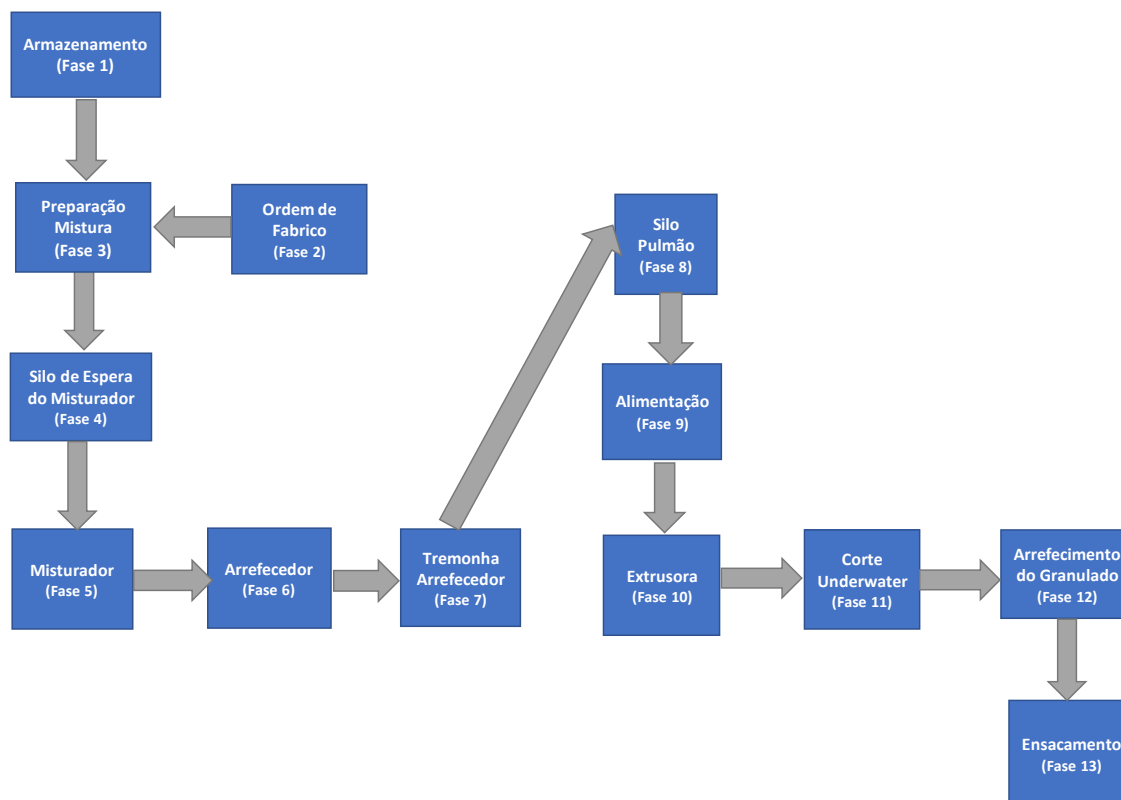


Figura 5 - Sequência dos processos

Fase 1 – Armazenamento

O armazenamento das matérias-primas é realizado de três formas distintas. As matérias que apresentam um maior consumo são armazenadas em silos com grande capacidade. As matérias cujo consumo é intermédio são armazenadas igualmente em silos, mas de menor dimensão. Todos estes silos são dotados de vários sensores que disponibilizam informação diversa, como por exemplo, temperatura, taxa de ocupação, taxa de consumo do material, entre outras, viabilizando a gestão e o controlo necessário. Os silos podem conter polímeros em pó, resinas e óleos. No caso dos silos que contêm os óleos mais viscosos são utilizadas mantas com resistências elétricas para reduzir a viscosidade no momento do transporte. A matéria-prima armazenada nos silos, quando é solicitada pelo sistema, é pesada e transportada através de tubagem. Todo este sistema de armazenamento, transporte e pesagem é gerido automaticamente pelo sistema informático.

Desenvolvimento de projetos de melhoria contínua numa empresa de compostos termoplásticos e reticuláveis

As matérias-primas que apresentam uma taxa de consumo reduzido são armazenadas em paletes de sacos de 25/30 kg e/ou em *Big Bags* de 500/1000/1100 kg. Estas matérias-primas são abastecidas manualmente pelos operadores da linha.

Fase 2 - Ordem de fabrico

O departamento de planeamento emite ordens de fabrico de acordo com um conjunto de condições:

- Prazos de entrega definidos entre os comerciais e o cliente;
- Quantidade de matéria-prima disponível;
- Cor, dureza e base do material atual em relação ao anterior processado na linha;
- Disponibilidade de Recursos Humanos.

A ordem de fabrico possui toda a informação necessária para arrancar com a produção da referência planeada, variando conforme a linha de produção.

Fase 3 - Preparação e ativação de misturas

Previamente ao arranque do processo de mistura é necessário certificar que o equipamento de misturas está descontaminado e que todas as matérias-primas inseridas manualmente estão pesadas e localizadas na plataforma do misturador.

Assim que todas as condições descritas anteriormente estejam cumpridas, o chefe de turno pode ativar o processo de mistura.

Fase 4 –Silo de espera do misturador

Cada balança é responsável pela pesagem de compostos de diversos silos para diferentes linhas. Assim, são necessárias várias tremonhas nas unidades de mistura de modo a operarem como um *buffer* entre o processo de pesagem automática e as misturas.

As tremonhas designam-se como IMS (Intermédio Misturador Sólidos) para matérias-primas sólidas e IML (Intermédio Misturador Líquido) para matérias-primas líquidas.

O silo de espera do misturador permite que o tempo de paragem entre cada carga seja muito reduzido, uma vez que quando o misturador faz uma descarga para o arrefecedor, recebe logo uma nova para iniciar a mistura seguinte.

Fase 5 – Misturador

O misturador, tal como o próprio nome indica, tem a função de misturar todas as matérias-primas que constituem o produto, provenientes dos equipamentos a montante. O processo de mistura é promovido pelas pás existentes dentro do equipamento, através de um movimento circular.

A temperatura de mistura *setpoint* é definida de forma que os materiais, por ação do atrito, se liguem. Quando esta temperatura é atingida, o processo de mistura é concluído, sendo aberta a válvula guilhotina, e o produto misturado desce para o arrefecedor.

No misturador podem ser colocados aditivos de forma manual, através de uma válvula guilhotina. Neste caso, o sistema pára automaticamente o processo de mistura, sendo aberta uma raseira para o operador colocar os aditivos.

Fase 6 – Arrefecedor

O arrefecedor possui pás no seu interior que promovem a mistura e o arrefecimento do material para que este apresente uma maior estabilidade nos processos subsequentes. Quando o material atinge a temperatura pretendida, a válvula da guilhotina, situada na zona inferior do arrefecedor, abre, e o material arrefecido é transferido para o equipamento seguinte. No arrefecedor, à semelhança do misturador, podem ser colocados aditivos de forma manual, através de uma abertura.

Fase 7 – Tremonha do arrefecedor

O equipamento IA (Intermédio Arrefecedor) é um silo de armazenamento intermédio, no qual está acoplado o sistema de aspiração que encaminha o material para o silo pulmão.

O processo de transporte entre o arrefecedor e silo pulmão necessita de um *buffer*, uma vez que o sistema de aspiração transporta o material mais lentamente do que o processo de transferência por válvula guilhotina. Logo, de modo a tornar o arrefecedor disponível, a mistura é transferida para o IA e posteriormente aspirada para o silo pulmão.

Fase 8 – Silo pulmão da extrusora

O silo pulmão situa-se por cima da alimentação forçada da extrusora para, por ação da gravidade, proceder à alimentação da extrusora.

O silo pulmão da extrusora permite que o processo de extrusão seja estável e contínuo, uma vez que o seu efeito de *buffer* corrige a descontinuidade do processo de mistura e arrefecimento.

Fase 9 – Alimentação forçada

A alimentação que antecede a extrusora apresenta a função de dosear a mistura proveniente do silo pulmão para que apenas seja inserido na extrusora a quantidade exatamente requerida. O não correto abastecimento da extrusora poderia originar pressões demasiado elevadas dentro da mesma que, por sua vez, danificaria a qualidade do produto final.

Fase 10 – Extrusora

A extrusora possui uma das funções mais importantes do processo, ou seja, converter a mistura, proveniente da alimentação, numa mistura homogénea, que em seguida é granulada.

Os principais componentes de uma extrusora (Figura 6) são:

- Fuso - tem como principais funções a alimentação, compressão e dosagem do material;
- Sistema de vácuo - permite remover os gases que se formam no aquecimento dos polímeros a elevadas temperaturas. Sem este sistema o granulado teria bolhas de ar;
- Câmbio de filtros - permite alternar entre dois crivos, de modo a não interromper o processo de extrusão no processo de troca de redes;
- Crivo - apresenta como função filtrar os contaminantes através de redes;
- Inversor - quando ativado desvia o sentido do material para o chão de modo a não chegar à fieira;
- Fieira - restringe o movimento do material conferindo-lhe as dimensões pretendidas;
- Termorregulador - permite manter a temperatura estável durante todo o processo.

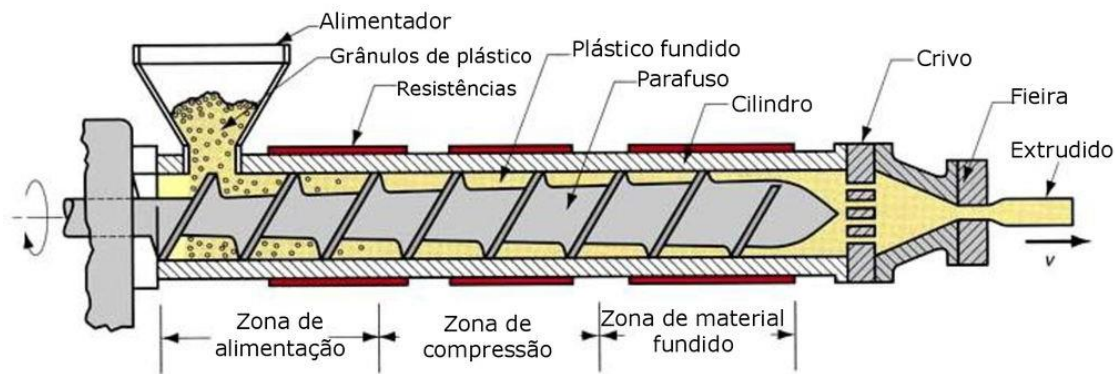


Figura 6 - Componentes de uma extrusora [20]

Fase 11 – Corte *underwater*

O material expelido pela fieira apresenta-se em forma de fios (filamentos), também conhecido em linguagem corrente por “esparguete”. Estes fios são encaminhados para a zona de corte, na qual existem lâminas acopladas num prato rotativo que efetuam o corte do material. Após esta etapa o material extrudido apresenta já a forma final. O corte é efetuado dentro de uma câmara com um fluxo de água que transporta e arrefece o granulado para a etapa seguinte.

Fase 12 – Arrefecimento e secagem do granulado

O arrefecimento do granulado é realizado durante o respetivo transporte, pois ocorre debaixo de água, através de trocas de calor com a água, e a secagem é efetuada em dois equipamentos distintos, a centrífuga (*Pellet Dryer*) e a tarara.

A centrífuga é composta por uma câmara que roda a elevada velocidade de modo a remover por centrifugação toda a água do granulado. A tarara é uma plataforma vibratória cuja função, para além de controlo de qualidade visual (o operador consegue visualizar o granulado), é também a última fase de arrefecimento. O granulado que não apresenta uma dimensão suficiente cai através da malha da tarara e é direcionado para o recipiente de produto não conforme.

Fase 13 - Ensacamento

O ensacamento é a última etapa do processo, sendo responsável pelo embalamento dos produtos comercializados nos diferentes formatos disponíveis, *Bags* de 25/30 kg ou em *Big Bags* de 1000/1100 kg.

4. Projetos de melhoria contínua

A paragem para *setup* entre produções de referências diferentes é a tipologia de interrupção produtiva que mais prejudica a disponibilidade das máquinas da empresa. Os *setups* entre produções são constituídos pela limpeza de equipamento, troca de consumíveis e de ferramentas. As milhares de referências produzidas criam uma elevada variabilidade de tempos de *setup*, podendo ser diretas, ou seja não implicam paragem na extrusão, ou implicar paragens de cerca de 15 horas em algumas situações.

Dentro da temática dos *setups* foram detetados focos de melhoria no processo de planeamento, avaliação de performance e redução de tempos de *setup*, dos quais se destaca o facto de os técnicos de planeamento construírem os planos de produção sem qualquer mecanismo de previsão dos tempos de *setup*, sendo estes definidos empiricamente através da experiência prática, o que conduz a margens de erros elevadas e com fortes consequências na atribuição dos prazos de entrega aos clientes.

Assim, no âmbito do presente trabalho, vai ser estudado e implementado um projeto de padronização de *setups* em que o objetivo principal é mapear todos os *setups*, por linha e referência, tendo como intuito definir tempos médios de *setup* de modo a dispor de um sistema preditivo de planeamento.

Este sistema permitirá também, dado que a direção de produção não possui atualmente mecanismos que permitam avaliar a performance dos *setup* (i.e. ao não existir um valor de referência é impossível ter a perceção se a passagem foi realizada num tempo aceitável ou não), o controlo da eficiência das transições de produção entre diferentes lotes. Por exemplo, uma passagem que foi realizada em 2 horas pode aparentar ter tido um mau desempenho face a uma de 30 minutos, mas na verdade pode ter sido mais bem conseguida, pois envolveu a limpeza de mais equipamentos.

Ainda a este nível, a inexistência de um sistema preditivo de tempos de *setup* penaliza os operadores com um melhor desempenho, pois o seu trabalho não se destaca dos demais, não recebendo uma classificação justa na avaliação trimestral. De facto, no que concerne à avaliação dos colaboradores, estes são avaliados tendo por base a comparação dos tempos de *setups* padronizados existentes no sistema de classificação de paragens com o tempo

Desenvolvimento de projetos de melhoria contínua numa empresa de compostos termoplásticos e reticuláveis

efetivamente conseguido. Assim, com o sistema preditivo de tempos de *setup* vai ser possível fazer uma análise mais justa de performance nos *setups*.

Por último, este sistema também impactará favoravelmente no *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pois os elevados tempos de passagem têm um impacto significativo na disponibilidade dos equipamentos, reduzindo a capacidade produtiva e penalizando o OEE.

Em suma, no contexto da redução de tempos e melhoria dos processos de *setup* foram implementados os seguintes projetos:

- Desenvolvimento e implementação de um modelo de melhoria contínua;
- Padronização de *setups*;
- Projeto SMED na linha nº 8;
- Redefinição de tarefas e operações no *setup* da linha 8;
- Mapeamento e substituição das abraçadeiras com parafusos por apertos manuais;
- 5S em diversas áreas.

4.1. Modelo de melhoria contínua

Um modelo de melhoria contínua consiste num plano, com instruções detalhadas de como todo o processo de melhoria deve ocorrer, desde a fase da identificação do problema, a idealização de soluções, até à implementação final. Sem um modelo bem definido, o processo de melhoria é pouco eficaz e eficiente, padecendo do mal que tenta prevenir. Nesse sentido, conjuntamente com o responsável pela melhoria contínua da empresa foi definido um modelo para suporte ao desenvolvimento de projetos de melhoria contínua.

O modelo proposto pode ser iniciado através de duas formas distintas. A primeira é despoletada quando um *Key Performance Indicator* (KPI) se encontra fora do objetivo, sendo a segunda iniciada quando é proposta uma sugestão de melhoria.

Um KPI fora do objetivo vai despoletar uma análise de dados mais rigorosa e focada na área de modo a encontrar a causa raiz do problema. Quando detetada a causa raiz é averiguado se a sua resolução se pode ser associada a um projeto de melhoria contínua já existente ou se é necessário abrir um projeto novo.

No respeitante a sugestões colocadas, mensalmente o departamento de melhoria contínua em conjunto com a direção da produção avalia todas as sugestões propostas, selecionando

as que sejam consideradas pertinentes e com maior potencial. As sugestões selecionadas são associadas a um projeto de melhoria contínua já existente, caso contrário é criado um projeto novo.

A Figura 7 apresenta o fluxograma representativo do modelo proposto no presente trabalho.

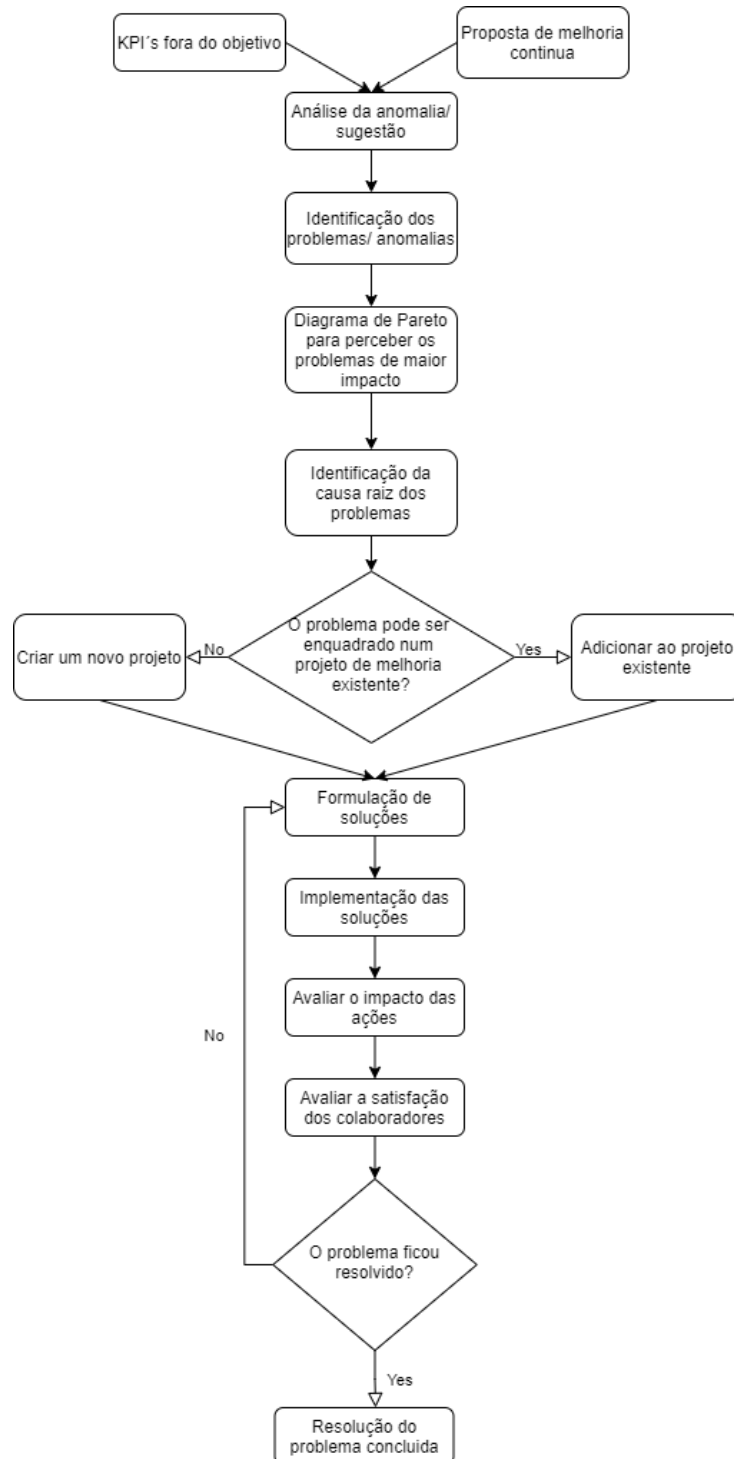


Figura 7 – Modelo de melhoria contínua

4.2. Projeto de padronização de tempos de *setups*

A tarefa repetitiva de identificar os equipamentos que necessitam de ser limpos na ordem de fabrico, a dificuldade de prever o tempo de *setup*, bem como a consequente dificuldade na atribuição de prazos de entrega, torna o projeto de padronização de *setups* prioritário e com elevado valor acrescentado para a empresa.

Assim, a primeira fase de desenvolvimento do projeto, realizado na Cabopol 1 (CB1), foi constituída por um *brainstorm* com os elementos da direção da produção de modo a obter todas as possíveis combinações de *setups* e as condicionantes que fazem variar o tempo destes. Dado que todas as linhas são distintas, foi necessário realizar uma análise individual de cada uma. Como exemplo, na linha 1, Tabela 1, é possível constatar que existem 8 tipos de *setups* diferentes (A a H), sendo de destacar que esta é uma das linhas que apresenta menor nível de complexidade.

Tendo por base a informação recolhida para todas as linhas, pode-se concluir que as condicionantes que influenciam os tempos de *setup* são:

- Linha – cada linha é distinta entre si, possuindo equipamentos específicos que obrigam a *setups* próprios e, conseqüentemente, a tempos diferentes de execução;
- Dureza do material – a passagem de uma produção com um material possuindo dureza inferior ao da produção seguinte permite um *setup* mais rápido, pois ao purgar a máquina o material mais duro acaba por empurrar o material existente enquanto o inverso já não é tão notório;
- Local da aplicação da cor – consoante o local de aplicação do corante existem mais ou menos equipamentos a ser limpos (e.g. arrefecedor ou misturador);
- Cor do material – na transição de uma cor escura (exemplo cor preta) para uma cor clara (exemplo cor branca) existe necessidade de uma limpeza mais cuidada e demorada que no caso da transição inversa;
- Tipo de polímero – a alteração na produção do polímero requer um *setup* diferente do respeitante à produção do mesmo tipo de polímero;
- Indústria final do produto – dependendo da indústria a que se destina o produto final a passagem de produção varia; por exemplo, a indústria médica requer uma limpeza dos equipamentos mais rigorosa e isenta de contaminantes que a indústria do calçado.

Tabela 1 - Tipos de limpeza na linha 1

Linha 1			
Tipo de Limpeza	Características	Indústria Inicial	Indústria final
A	Mesma Dureza	Automóvel	Automóvel
B		Energia	Energia
C	Dureza Diferente	Automóvel	Automóvel
D		Automóvel	Cristal
E		Cristal	Cristal
F		Energia	Cristal
G	Cores Diferentes - Aplicação Arrefecedor	-	-
H	Cores Diferentes - Aplicação Misturador	-	-

Adicionalmente à informação anterior, foi também efetuado um levantamento de todos os equipamentos suscetíveis de limpeza para cada uma das linhas. Com base nesta informação foi elaborada uma tabela síntese, em que estão detalhados todos os possíveis *setups*, assim como os equipamentos que devem ser limpos, como é o exemplificado na Tabela 2 e na Tabela 3. Nestas tabelas, quando um equipamento está assinalado com a cor vermelha significa que não é necessário sofrer qualquer intervenção de limpeza, já quando apresenta a cor verde é necessário intervir. As duas tabelas permitem perceber o contraste existente entre as diferentes linhas e a importância da análise individual de cada uma.

A restante informação referente aos tipos de limpeza das várias linhas da CB1 pode ser encontrada no Anexo A.

Tabela 2 - Tipos de Limpeza Linha 1

Linha 1	IMS	Misturador	Arrefecedor	IA	Silo pulmão	Alim. For	Extrusora	Ciclone	Tarara Arref.	Tarara	Ciclone	Balança de Ensaque
Tipo de Limpeza												
A												
B												
C												
D												
E												
F												
G												
H												

Tabela 3 - Tipos de Limpeza Linha 13

Linha 13	Silo Doseador 1 a 7	Doseador 1 a 7	Fleira	Crivos	Cabeça	Elementos Fusos	Tina	Sopradores	Granulador	Tarara	Secador Vertical	Tubagem de transporte	Silo Balança	Balança de Ensaque
Tipo de Limpeza														
A														
B														
C														
D														
E														
F														
G														

Seguidamente, e de modo a obter os tempos médios dos *setup*, foram exportados do sistema informático os dados referentes a cada um dos tipos de limpeza. Com base nestes dados foi consultada a referência de cada produto, obtendo-se informação sobre o tipo de polímero, dureza, cor, entre outros fatores. Posteriormente, e após identificadas as várias combinações de referências que originam os diferentes tipos de *setup* foi consultado o seu tempo de execução e realizada a média das últimas cinco ocorrências em 2021, obtendo-se o tempo médio de execução. A Tabela 4 ilustra os tempos de execução obtidos para cada tipo de *setup* referentes à linha 1. Nesta etapa foi considerado o valor médio pois a variação entre os diferentes tempos de *setup* para cada combinação não era expressiva.

Tabela 4 - Tempo de execução *setups* linha 1

Linha 1	
Tipo de Limpeza	Tempo de execução
A	0 min
B	0 min
C	36 min
D	2h02min
E	1h19min
F	2h51min
G	2h18min
H	2h34min

Com os dados obtidos passou a ser possível as chefias do departamento de produção dispor de uma métrica para avaliar o desempenho dos *setups*/operadores e, assim, proceder a uma avaliação mais cuidada dos mesmos. Para além disto, o facto de existir um documento que define todos os tipos de limpezas possíveis não só evita as questões recorrentes de que equipamentos limpar, como também permite a redução do tamanho da instrução de trabalho, na qual era exposta esta informação. No que diz respeito ao departamento de planeamento tornou-se também possível projetar com maior precisão o tempo de produção de cada lote, sendo possível delinear os prazos de entrega ao cliente com maior rigor.

4.3.Melhoria do tempo de setup: mudanças cor preta para cor branca ou natural

Um dos principais desafios enfrentado pela empresa, no âmbito dos *setups*, são os longos tempos de *setup* aquando das passagens de material de cor preta para cor branca ou natural. Assim, em resposta a esta necessidade, a maioria dos estudos realizados ao longo deste trabalho recaíram sobre estas transições.

Dado que era já conhecido que a maior parcela do tempo de setup era referente à intervenção do departamento da produção, começou-se por avaliar o procedimento em vigor. De forma a compreender as etapas efetuadas foram acompanhados os técnicos e registadas as diversas macro tarefas que desempenhavam, Tabela 5, na linha 8. Destacar que numa pequena escala, a linha 8 apresenta tecnologias de produção (equipamentos e processos) semelhantes a outras linhas de maior dimensão existentes na empresa, permitindo a extrapolação dos resultados para estas linhas.

Com base no levantamento efetuado (Tabela 5), podemos observar na primeira coluna as tarefas desempenhadas pelo operador, enquanto na segunda é realçado o tempo acumulado de cada etapa. A contagem é iniciada a partir do momento em que se inicia o *setup*. A verde encontram-se as tarefas classificadas como *setup* externo e, a vermelho, as de *setup* interno. Por fim, na última coluna é apresentado o espaço temporal em que o departamento da produção trabalha em paralelo com o da manutenção. A limpeza da linha para ser eficiente deve ser feita sequencialmente. Nesse sentido apenas depois do silo pulmão estar limpo é que a manutenção pode intervir.

No panorama inicial, apenas um operador da produção era responsável pela intervenção. O operador antes de iniciar o *setup* ensaca por completo todo o material da produção anterior, dando-se essa produção como terminada. Neste cenário temos 170 minutos de *setup* interno e 15min de *setup* externo, perfazendo um tempo total de *setup* de 185 minutos.

Tabela 5 - Método de trabalho antes da otimização

Operador 1	Tempo	Manutenção	
Limpeza Arrefecedor	1		
	...		
	14		
Limpeza IA	15		
	...		
	29		
Limpeza do crivo	30		
	...		
	57		
Solicitar a manutenção	58		
	59		
Limpeza do DF	60		Intervenção da manutenção
	...		
	73		
Limpeza dos doseadores	74		
	...		
	89		
Limpeza da tarara	90		
	...		
	103		
Limpeza silo homogeneização	104		
	...		
	112		
Limpeza do Pellet Dryer	113		
	...		
	152		
Montar crivos	153		
	154		
	...		
Montar as lâminas	157		
	158		
	...		
Limpar purgas	160		
	161		
	...		
Arrancar com a nova produção	165		
	166		
	...		
Limpar Balança de Ensaque	170		
	171		
	...		
	185		

Uma vez que a produção é sequencial, na fase final, quando esta se encontra já nos equipamentos finais da linha, os equipamentos iniciais estão já disponíveis para que se inicie o *setup* necessário da produção seguinte. Neste sentido percebeu-se que o *setup* pode ser

iniciado ainda com cerca de 91 minutos de material da produção anterior por embalar, mas dado que apenas um colaborador estava alocado à realização do *setup* este detalhe não era tido em conta e por isso o ensacamento era feito por completo, atrasando o início do *setup* e sendo impossível transformar as tarefas iniciais em *setup* externo, o que conseqüentemente levava ao atraso do início da produção seguinte. Contemplando este fator e com vista a reduzir o tempo de *setup* por parte do departamento da produção, bem como a ser possível realizar a tarefa de ensacamento do material e as diversas limpezas em paralelo, foi estudado o impacto da troca de produção poder ser feita por dois técnicos.

Para tal, primeiramente foi criada uma instrução de trabalho para auxiliar e coordenar os técnicos durante a intervenção, tendo também sido dada uma breve formação aos técnicos como forma de os preparar e dar a conhecer os objetivos pretendidos.

O resultado da intervenção realizada por dois técnicos pode ser consultado na Tabela 6. Conclui-se que a inclusão de mais um técnico permitiu obter um tempo de *setup* externo de 73 minutos e uma redução do tempo de *setup* interno de 170 minutos para 77 minutos, representando uma redução de 55%. O tempo total de *setup* foi reduzido de 185 minutos para 152, representando um corte de 18%. Neste cenário a linha apenas se encontra parada 77 minutos, tendo sido possível reduzir em 55% o tempo existente entre produções sem qualquer custo adicional, através apenas da realocação de recursos humanos.

Analisando com maior detalhe a Tabela 6 é possível concluir ainda que o departamento gargalo do *setup* deixou de ser o departamento da produção e passou a ser o departamento da manutenção. Embora o operador 1 esteja a realizar tarefas como ensacar o material restante, esta tarefa não faz parte do *setup*, apenas é realizada para aproveitar o tempo enquanto se aguarda que a manutenção finalize a sua intervenção. O tempo de *setup* interno por parte do departamento da manutenção é de 77 minutos, enquanto o da produção são apenas 63 minutos.

Tabela 6 - Método de trabalho depois da melhoria

Operador 1	Tempo	Operador 2	Manutenção		
Limpeza do arrefecedor	1	Ensacar o material			
	2				
	...				
	13				
	14				
Limpeza IA	15				
	...				
	29				
Limpeza do crivo	30				
	...				
	56				
Solicitar manutenção	57				
	58				
Limpeza do DF	59			Ensacar até esvaziar Silo de Homogeneização	Intervenção da manutenção
	...				
	71				
Limpeza dos doseadores	72				
	...				
	78				
	79				
Limpeza da tarara	87	Limpeza do Pellet Dryer			
	88				
	...				
Limpeza da tarara	101				
	102				
	103				
Limpeza silo homogeneização	...				
	109				
	110				
	111				
Montar crivo	112				
	113				
	114				
Montar lâminas	115				
	116				
	117				
Arrancar com a nova produção	118	Limpar purgas			
	119				
	120				
	121				
Ensacar o material restante	122	Auxiliar a manutenção			
	123				
	124				
	...				
	135				
Limpeza balança de ensaques	136				
	137				
	138				
	...				
	151				
	152				

4.4.Melhoria do tempo de *setup* no departamento de manutenção

Com a implementação da proposta anterior (secção 4.3) percebeu-se que o departamento estrangulador do *setup* deixou de ser o departamento da produção e passou a ser o departamento da manutenção. Assim, foi decidido utilizar o SMED como suporte à melhoria dos tempos inerentes a este departamento.

4.4.1. Análise da situação da empresa

Previamente ao início da implementação deste projeto foi reunida a equipa da manutenção com vista a explicar o âmbito da intervenção e realizar uma pequena formação para que todos pudessem estar em sintonia e participar de uma forma mais ativa (Anexo B).

Seguidamente, começou-se por fazer uma avaliação do cenário existente na empresa (fase 0 do SMED), onde foi realizado um levantamento dos tempos que os técnicos responsáveis pela manutenção despendiam no apoio à produção na execução do *setup* na troca de referência. Notar que a manutenção apenas é solicitada quando é necessário fazer a passagem de um material de cor preta para um de cor branca ou natural, pois requer uma limpeza mais cuidada e completa.

Os dados foram obtidos através da captação de vídeo, permitindo um maior rigor na medição dos tempos e uma mais fácil decomposição das tarefas desempenhadas. A realização da filmagem foi feita com um operador, com 5 anos de experiência, numa troca de produção de PVC preto para PVC branco. Embora existissem técnicos com menos experiência, com os quais talvez fosse possível encontrar um maior número de melhorias, foi escolhido para o estudo um dos técnicos com mais experiência para assim se perceber os verdadeiros problemas dos procedimentos em vigor. Ao invés de considerar a passagem de cor preto para branco, poderia ter sido estudada a de preto para natural, no entanto seriam obtidas conclusões idênticas, tendo em atenção as semelhanças do processo. Na Tabela 7 é apresentada a compilação dos tempos associados ao técnico na execução de cada tarefa.

Tabela 7 - Tempo associado ao técnico da manutenção na realização de diversas tarefas

Tarefa	Tempo (s)
Preparação do carrinho de ferramenta	360
Deslocação para a linha	90
Desapertar abraçadeira vermelha 1	140
Desapertar abraçadeira vermelha 2	127
Desacoplar tubo de transporte de água	8
Organizar parafusos	9
Arrumar ferramentas	15
Abrir o corte	34
Abrir despoeiramento	12
Desacoplar suporte da fieira	160
Abrir despoeiramento	120
Retirar peça do corte 1	68
Limpar peça do corte 1	144
Ajustar estrutura da fieira	82
Tirar o material da fieira	240
Limpar estrutura da peça de corte 1	180
Desacoplar estrutura entre fuso/fieira	60
Limpeza da purga estrutura anterior	559
Soprar o cambio de filtros	105
Limpar o cambio de filtros	69
Limpar zona do motor	130
Limpar fuso	340
Limpar chão	150
Limpar com rebarbadora cambio de filtros	495
Purgar a máquina	1740
Montar câmbio de filtros	750
Retirar suporte do suporte das laminas	928
Mudar o o-ring	
Montar despoeiramento	163
Aperto do fuso ao câmbio de filtros	222
Arrumar ferramentas	500

4.4.2. Identificação e conversão de tarefas internas em externas

Nas fases seguintes (fases 1 e 2 do SMED) foram avaliadas as etapas identificadas de forma a perceber quais poderiam ser eliminadas, bem como as que já deveriam de ter sido efetuadas previamente ao início da intervenção (i.e. conversão de IED em OED). A análise foi compilada na Tabela 8.

Tabela 8 - Classificação das tarefas

Nº	Tarefa	Tempo (s)	Classificação	Setup
1	Preparação do carrinho de ferramenta	360		Externo
2	Deslocação para a linha	90		Externo
3	Desapertar abraçadeira vermelha 1	140		Externo
4	Desapertar abraçadeira vermelha 2	127		Externo
5	Desacoplar tubo de transporte de água	8		Externo
6	Organizar parafusos	9		Externo
7	Arrumar ferramentas	15		Externo
8	Abrir o corte	34		Externo
9	Abrir despoejamento	12		Externo
10	Desacoplar suporte da fieira	160		Externo
11	Abrir despoejamento	120		Externo
12	Retirar peça do corte 1	68		Externo
13	Limpar peça do corte 1	144		Interno
14	Ajustar estrutura da fieira	82		Interno
15	Tirar o material da fieira	240		Interno
16	Limpar estrutura da peça de corte 1	180		Interno
17	Desacoplar estrutura entre fuso/fieira	60		Interno
18	Limpeza da purga estrutura anterior	559		Interno
19	Soprar o cambio de filtros	105		Interno
20	Limpar o cambio de filtros	69		Interno
21	Limpar zona do motor	130		Interno
22	Limpar fuso	340		Interno
23	Limpar chão	150		Externo
24	Limpar com rebarbadora cambio de filtros	495		Interno
25	Purgar a máquina	1740		Interno
26	Montar câmbio de filtros	750		Interno
27	Retirar suporte do suporte das laminas	928		Interno
28	Mudar o o-ring			
29	Montar despoejamento	163		Interno
30	Aperto do fuso ao câmbio de filtros	222		Interno
31	Arrumar ferramentas	500		Externo

As tarefas associadas à cor vermelha na Tabela 8 representam as que deveriam ser eliminadas ou que deveriam ter sido previamente realizadas antes da intervenção. Já as tarefas realçadas a amarelo, embora não sejam de valor acrescentado, não podem ser eliminadas porque são indispensáveis à conclusão da intervenção. Finalmente, as tarefas a verde representam as de valor acrescentado.

Em termos percentuais é possível constatar que 16,9% são tarefas que podem ser eliminadas (OED), 22,8% são tarefas de valor não acrescentado, mas devido à sua obrigatoriedade não podem ser eliminadas, e 60,3% correspondem a tarefas de valor acrescentado (IED). De salientar que desta análise constata-se que pode ser facilmente reduzido 16,9% do tempo de

intervenção dos técnicos da manutenção, representando um ganho de aproximadamente 22,5 minutos. Adicionalmente, e após uma análise dos recursos humanos envolvidos na linha em questão, constatou-se que existia um colaborador da produção disponível, mas a aguardar que a manutenção efetuasse a intervenção. Esta situação foi corrigida, tendo-lhe sido atribuídas algumas das tarefas que anteriormente eram efetuadas pela manutenção (tarefas 3 a 5, tarefas 8 a 10 e tarefa 12). Este reajuste na distribuição de trabalho permitiu reduzir cerca de 9 minutos adicionais, o que representa um ganho percentual de 6,9%, logo, perfazendo um total de 23,8%.

No que diz respeito à distinção entre *setup* interno e *setup* externo, após a redistribuição de tarefas, concluiu-se que 83,8% do tempo é referente a *setup* interno, enquanto 16,2% do tempo corresponde a *setup* externo.

Paralelamente, à medida que se realizou a análise de cada tarefa, foi também efetuado um levantamento de algumas sugestões de alternativas ao procedimento atual que permitissem aumentar a sua eficiência, sendo estas apresentadas na terceira coluna da Tabela 9. As soluções encontradas foram preparadas e aplicadas quando houve uma passagem de material idêntica. O impacto das mesmas será descrito na secção que se segue.

Tabela 9 - Sugestões de melhoria

Tarefa	Classificação	Sugestões
Preparação do carrinho de ferramenta		Criar checklist com as ferramentas necessárias Ter um kit pré-feito para evitar deslocações
Deslocação para a linha		
Desapertar abraçadeira vermelha 1		Transferir para a produção Utilizar aparafusadora Duas ferramentas, uma para cada colaborador Caixa/ bolsa para guardar parafusos
Desapertar abraçadeira vermelha 2		Duas ferramentas, uma para cada colaborador Caixa/ bolsa para guardar parafusos Transferir para a produção Utilizar aparafusadora/ chave de roquete
Desacoplar tubo de transporte de água		Transferir para a produção
Organizar parafusos		Caixa/ bolsa para guardar parafusos Eliminar
Arrumar ferramentas		Eliminar
Abrir o corte		Transferir para a produção
Abrir despoeiramento		Transferir para a produção Criar local para a tubagem
Desacoplar suporte da fieira		Definir quais as ferramentas necessárias Testar se roquete pode ser utilizado
Abrir despoeiramento		Eliminar
Retirar peça do corte 1		Fazer aquando do desacoplar o suporte da fieira
Limpar peça do corte 1		Criar bancada com negativos das peças a limpar
Ajustar estrutura da fieira		
Tirar o material da fieira		
Limpar estrutura da peça de corte 1		Melhorar a iluminação
Desacoplar estrutura entre fuso/fieira		
Limpeza da purga estrutura anterior		Testar outras ferramentas de remoção de material
Soprar o cambio de filtros		Incorporar torneira na mangueira AC
Limpar o cambio de filtros		Verificar se é necessário
Limpar zona do motor		Usar luvas térmicas Verificar se é necessário
Limpar fuso		
Limpar chão		Eliminar
Limpar com rebarbadora cambio de filtros		Ter duas rebarbadoras
Purgar a máquina		Preparar o o-ring durante a etapa anterior Colaboração do colaborador da produção Apenas um operador da manutenção Melhorar a iluminação
Montar câmbio de filtros		Levar logo todas as ferramentas necessárias Tubo para aumentar a froça de aperto
Retirar suporte do suporte das lamínas		
Mudar o o-ring		
Montar despoeiramento		
Aperto do fuso ao cambio de filtros		Uniformizar forma de aperto/desaperto
Arrumar ferramentas		

Ainda no âmbito da análise das filmagens efetuadas recorreu-se à Regra de Pareto para se perceber quais é que eram as tarefas individuais responsáveis pela maioria do tempo de paragem (Tabela 10).

Tabela 10 - Regra de Pareto - tempo de tarefas

Tarefa	Tempo total (%)	Acumulativo (%)
Purgar a máquina	22%	22%
Retirar suporte do suporte das laminas	12%	33%
Montar câmbio de filtros	9%	43%
Limpeza da purga estrutura anterior	7%	50%
Arrumar ferramentas	6%	56%
Limpar com rebarbadora cambio de filtros	6%	62%
Preparação do carrinho de ferramenta	5%	67%
Limpar fuso	4%	71%

A análise da Tabela 10 permite concluir que das 30 tarefas que são necessárias realizar, 8 são responsáveis por 71% do tempo de paragem total. Dado o seu impacto, estas tarefas foram analisadas com maior detalhe, dividindo cada uma das tarefas constituintes em atividades de valor acrescentado (VA) e atividades de valor não acrescentado (VNA). As três tarefas mais críticas (“Purgar a máquina”, “Retirar suporte do suporte das lâminas” e “Montar câmbio de filtros”) são apresentadas, respetivamente, na Tabela 11, Tabela 12 e Tabela 13, estando as restantes 4 descritas no Anexo C. A elaboração destas tabelas permitiu perceber as ferramentas utilizadas, a eficiência do processo, as tarefas que não acrescentavam valor e algumas sugestões de melhoria extras. A eficiência média das tarefas analisadas em maior detalhe (obtida através da divisão do valor do tempo das tarefas de valor acrescentado pelo tempo total) ronda os 42%, sendo um valor considerado baixo.

Tabela 11 - Tarefa "Purgar a máquina"

Tarefa	Ferramenta	VA	VNA	Observações
Tempo de espera			181	
Limpeza do fuso	Barra de cobre	41		
Tempo de espera			116	
Limpeza do fuso	Barra de cobre	527		Solicitar apoio do técnico da produção
Tempo de espera			546	
Deslocação	Ar comprimido		15	
Tempo de espera			240	
Deslocação	Ar comprimido		10	
Tempo de espera			43	
Total		568	1151	
Eficiência		33%		Abaixo da média

Tabela 12 - Tarefa " Retirar suporte do suporte das laminas"

Tarefa	Ferramenta	VA	VNA	Observações
Deslocação			12,6	
Transporte			11	
Desapertar suporte do suporte da fieira	Aparafusadora	60		
Deslocação até armazem de manutenção			55	
Ir buscar O-ring			26	Preparar previamente o material
Transporte do o-ring até à oficina			21	
Remover o-ring antigo			31	
Limpeza do suporte do suporte das laminas		172		
Montagem do O-ring no suporte		360		
Transporte do o-ring para a alinha			75	
Montagem do suporte	Aparafusadora	97		
Total		689	232	
Eficiência		75%		Acima da média

Tabela 13 - Tarefa "Montar câmbio de filtros"

Tarefa	Ferramenta	VA	VNA	Observações
Tempo de espera			65	
Soprar	Ar comprimido	22		
Tempo de espera			22	
Fechar o cambio dos filtros		139		
Ir buscar ferramenta			54	Identificar as ferramentas necessárias
Apertar o cambio dos filtros	Chave de bocas	16		
Arrumar a ferramenta			33	
Ajustar o cambio de filtros à extrusora		90		
Transporte de ferramenta			42	
Aperto da ligação cambio filtro/extrusora	Chave de bocas	95		Tubo para aumentar a força de aperto
Transporte de ferramenta			38	
Aperto da ligação cambio filtro/extrusora	Chave de bocas	96		Tubo para aumentar a força de aperto
Arrumar ferramenta			44	
Total		458	298	
Eficiência		61%		Acima da média

Ainda durante a análise das filmagens foram identificados e registados os desperdícios de tempo que ocorriam com mais frequência (Tabela 14).

Tabela 14 - Desperdícios de tempo mais frequentes

Desperdícios de tempo	Nº Ocorrências
Engano na ferramenta	4
Transporte desnecessário	3
Indecisão	2
Tempo de espera	2
Deslocações desnecessárias	2
Retrabalho	1

4.4.3. Melhorias adicionais efetuadas

Através das análises apresentadas anteriormente da observação de passagens e entrevistas a operadores e diretor de produção, foram apuradas outras alterações a realizar na linha de produção (linha 8), descritas a seguir.

A. Suportes para tubagem da água e extração de gases

Aquando das passagens mais rigorosas é necessário remover as tubagens da água para que estas possam ser limpas e para facilitar o acesso a outros elementos da linha. De forma a auxiliar esta tarefa foi criada uma estrutura metálica na qual são pousados os diversos tubos da água e de extração de gases (Figura 8). Anteriormente a esta melhoria, os tubos eram colocados no chão sem qualquer critério e, conseqüentemente, a velocidade de execução da tarefa era menor, dado a desordem e a maior sujidade do posto de trabalho. Com a implementação referida, foi eliminada a questão da tubagem espalhada no chão e aumentada a velocidade de deslocação entre equipamentos e a limpeza.



Figura 8 - Suporte para a tubagem

B. Uniformização dos parafusos das abraçadeiras das tubagens da água e de extração de gases

Durante a análise do *setup* constatou-se que as tubagens da água e de extração de gases apresentavam algumas abraçadeiras com parafusos de dimensões diferentes, nomeadamente parafusos de 16mm e de 17mm. Esta diferença implicava a que os técnicos tivessem de experimentar as ferramentas para saberem qual a mais adequada. De forma a eliminar indecisão foram uniformizados os parafusos para 17 mm, passando a ser apenas necessário a utilização de uma ferramenta.

Idealmente esta medida deveria ser replicada em todos os parafusos da linha, mas dadas as diferentes condições a que os parafusos estão sujeitos isto não foi possível. Assim, como durante a intervenção os técnicos não sabiam muitas vezes a dimensão da chave mais adequada a determinado local, foi realizado um levantamento dos diferentes tamanhos de ferramenta a utilizar nas zonas mais críticas (Figura 9). Ainda, junto de cada local de utilização foi colada uma etiqueta de identificação da ferramenta, como a ilustrada na Figura 10.





Local	Ferramenta
	Roquete 17mm
	Roquete 32 mm
	Roquete 24mm
	Roquete 36mm

Figura 9 -Lista de ferramenta e localização



Figura 10 – Exemplo de etiqueta

C. Reposicionamento da mangueira de ar-comprimido e acoplamento de pistola de ar-comprimido

A linha 8 era dotada de dois terminais de ar comprimido, e dado o tamanho da linha era necessário efetuar deslocamentos significativos para alcançar a mangueira do ar-comprimido. Além das deslocações desnecessárias existia o problema de a mangueira não ter uma pistola na sua ponta, o que implicava serem necessárias dois operadores para utilizar o ar comprimido, um para abrir e fechar a torneira e outro para efetuar a limpeza. De realçar que quando esta tarefa era efetuada apenas por um operador, este vincava a mangueira para cortar o fluxo de ar, acabando por a danificar, para além de ao longo do tempo ocorrerem fugas de ar.

A solução encontrada passou por reposicionar a mangueira de ar comprimido junto à zona do câmbio de filtros, pois este é o local de maior utilização da mesma, tendo ainda sido acrescentada uma pistola de ar-comprimido à mangueira, Figura 11. Assim, não só é permitida uma limpeza mais rápida dos vários equipamentos, como é o caso da fieira, como é evitado o desgaste da mangueira por esta já não ser vincada. Ainda, é de destacar uma maior facilidade de execução, implicando apenas um operador.



Figura 11 - Reposicionamento da mangueira de ar comprimido

D. Reposicionamento da bomba hidráulica do câmbio de filtros

A bomba hidráulica do câmbio de filtros, Figura 12, transitou para o lado oposto da linha de produção, no qual são desempenhadas um menor número de tarefas, permitindo aumentar a área de trabalho e, conseqüentemente, facilitar as operações de limpeza, agilizando as mesmas.



Figura 12 – Bomba hidráulica do câmbio de filtros

E. Manguitos térmicos

Um dos acidentes de trabalho mais frequentes são pequenas queimaduras, pois os operadores contactam com vários equipamentos a elevadas temperaturas. Embora existam e sejam utilizadas luvas térmicas, por vezes estas revelam-se insuficientes, pois o braço fica exposto. A utilização de manguitos térmicos permite ao operador efetuar a limpeza com maior segurança, conforto e confiança e, conseqüentemente, a intervenção é mais rápida e o risco de ocorrer um acidente de trabalho é menor.

F. Carro de ferramentas exclusivo para a linha 8

Através da aquisição de um carrinho de ferramentas para a linha 8 é possível conciliar num só local todas as ferramentas necessárias à realização de qualquer *setup*.

A escolha de um carro de ferramentas permitirá evitar deslocações desnecessárias à bancada de ferramentas existente anteriormente. O facto de existir um carrinho destinado exclusivamente à linha elimina a necessidade de andar à procura de ferramentas pelas outras linhas quando estas não se encontram na bancada.

A ação em análise proporciona ainda condições para que a execução das passagens complexas tendencialmente transite do departamento da manutenção para o departamento da produção. Esta troca de tarefas é devida ao facto de o departamento de produção laborar

em contínuo enquanto o departamento da manutenção apenas está presente 10 horas diárias. Este desfasamento implica a que quando uma produção termina no horário em que o departamento da manutenção não está presente, se tenha de esperar que esta comece o seu turno para se realizar o *setup*, originando desperdício de tempo e quebra na produção. Nesta situação, a alternativa enquanto se aguarda pela manutenção, consiste em purgar a máquina até o produto final sair conforme, o que acarreta elevado desperdício de recursos, sendo pouco eficiente.

Ao transitar a execução do *setup* da manutenção para a produção é possível reduzir o tempo de espera entre fim e início de produção, reduzir o desperdício de recursos e aumentar a capacidade produtiva.

Complementarmente foi ainda realizado um levantamento de todas as ferramentas utilizadas pela manutenção no *setup* em análise (Tabela 15). No carrinho da ferramenta apenas foram colocadas as ferramentas de maior dimensão. A localização das ferramentas de menor dimensão será descrita no tópico seguinte.

Tabela 15 – Ferramentas no carrinho da manutenção

Ferramenta	Função
Chave dinamométrica	Apertar suporte da fieira
Roquete de 32 mm	Apertar/Desapertar suporte 1 da fieira
Cruzeta com roquete de 24 mm	Apertar/Desapertar suporte 2 da fieira
Chave de bocas 36	Apertar/Desapertar aperto entre inversor e câmbio de filtros
Berbequim	Limpeza geral
Aparafusadora	Apertar/ Desapertar abraçadeiras vermelhas
Rebarbadora	Limpeza do câmbio de filtros, inversor, crivos e anéis
Disco de arame	Limpeza do câmbio de filtros, inversor, crivos e anéis
Escovilhão grande	Limpeza do inversor e câmbio de filtros
Escovilhão radial	Limpeza do câmbio de filtros
Escovilhão pequeno	Limpeza do câmbio de filtros
Vara de latão	Limpeza da purga do câmbio de filtros e ponteira dos fusos
Espátula de latão personalizada	Limpeza geral
Extensão elétrica	Ligar a rebarbadora e berbequim
Gancho	Limpeza das ponteiros do fuso
Espátula de latão	Limpeza do câmbio de filtros e inversor
Tubo	Usar em conjunto com chave bocas 36 mm

G. Suporte para as ferramentas no local de utilização

Conjuntamente à medida descrita no tópico anterior foram também criados suportes, para as ferramentas de menor dimensão, junto dos locais de utilização das mesmas (Figura 13). Estes suportes permitem também reduzir as deslocações até ao carrinho de ferramenta, bem como saber exatamente a sua localização. Além destas vantagens reduz o tempo de preparação do *setup*, pois as ferramentas já se encontram no local respetivo.



Figura 13 - Suporte para ferramentas

H. Limpeza de crivos e câmbio de filtros com rebarbadora

A remoção de material dos crivos e câmbio de filtros é realizada com o auxílio de uma espátula e um x-ato. O técnico da manutenção raspa o material com a espátula até que os equipamentos fiquem limpos e nos cantos de mais difícil acesso utiliza o x-ato para remover o material ainda existente. A solução encontrada para agilizar o processo consistiu em substituir a utilização da espátula pela rebarbadora. Através da utilização deste equipamento é possível realizar a limpeza mais rapidamente e com um acabamento final melhorado.

I. Caixa para parafusos e porcas

Uma situação verificada com frequência estava relacionada com o facto de os parafusos e porcas retirados ao longo do *setup* serem pousados sem critério por cima de superfícies planas próximas, caindo para o chão ou ficando entre equipamentos, isto devido à falta de um local apropriado para os colocar. Este tipo de procedimentos teve já como consequência a danificação de equipamentos, pois caíram parafusos para dentro da linha, sem que ninguém se tenha apercebido. Neste sentido foi criada uma caixa, Figura 14, na qual os parafusos e porcas podem ser colocados ao longo do *setup*.



Figura 14 - Caixa para parafusos e porcas

A padronização do tamanho dos parafusos efetuada no âmbito do presente trabalho, facilitou a implementação da medida em análise, pois com o cenário existente anteriormente seria difícil distinguir os parafusos entre si. Neste momento ainda existe a mistura de alguns parafusos e porcas, mas dada a notória diferença de tamanho são facilmente identificados. Embora não tenha sido implementado, poderiam ser acrescentadas separatórias na caixa para que deixasse de existir qualquer mistura de parafusos de tamanhos diferentes. Manter os parafusos ordenados e organizados diminui significativamente a entropia no processo de remontagem da linha.

A criação de uma caixa para parafusos e porcas permitiu não só aumentar a organização do *setup*, mas também a rapidez de execução do mesmo pois já não se despendia tempo à procura dos parafusos.

Após a cronometração de um *setup* executado por parte da manutenção, conclui-se, após todas as implementações, que se obteve uma melhoria de 29 minutos (21,8%) no tempo de *setup*. As implementações embora individualmente possam aparentar ser pouco expressivas, quando combinadas ganham um peso significativo. Face ao tempo inicial, tendo em conta todas as fases do SMED, conseguiu-se uma redução de 46% (61 min), passando de 133min para 72min.

Notar que o tempo de redução foi baseado apenas numa passagem de produção, é necessário acompanhar esta passagem diversas vezes para cimentar a redução de tempo.

Adicionalmente, é de destacar que a grande maioria destas melhorias pode ser replicada nas restantes linhas, existindo a possibilidade de expandir o potencial e os resultados deste projeto piloto.

4.5. Projeto abraçadeiras

No decorrer da análise relativa às passagens de produção, foi constatado que as abraçadeiras que fixavam as mangas que conduzem o material entre os vários equipamentos eram apertadas por parafusos de diferentes tamanhos, o que implicava vários tipos de chaves e enganos de ferramenta de forma recorrente. Neste sentido, procedeu-se à padronização das abraçadeiras, substituindo as existentes por abraçadeiras de aperto manual. As abraçadeiras de aperto manual têm como principais vantagens serem mais práticas de aplicar, não precisam de ferramentas auxiliares e funcionam como um sistema *Poka-Yoke*, uma vez que apenas se podem montar de uma única forma, mitigando os erros dos colaboradores.

Como é possível observar no contraste existente entre a Figura 15 e a Figura 16, as linhas variam muito entre si, tendo cada uma de ser alvo de uma análise individual. Esta foi uma das principais adversidades tendo em atenção a quantidade enorme de abraçadeiras existentes e a impossibilidade de extrapolar dados entre as várias linhas.

Paralelamente, foi realizado um mapeamento da localização de cada uma das abraçadeiras, bem como da respetiva dimensão. Anteriormente não se conhecia o local de cada uma das abraçadeiras e, quando era necessário substituir alguma, o responsável pelas compras necessitava de recorrer a um colaborador da manutenção ou da produção para lhe indicar a dimensão da mesma. Para ultrapassar este problema, foi efetuado um esquema contendo informação sobre a localização das abraçadeiras (Figura 16). Adicionalmente, foi compilada a Tabela 16, contendo informação adicional sobre as abraçadeiras, nomeadamente o seu diâmetro; os equipamentos entre os quais se localiza; se ocupa uma posição central, superior ou inferior na ligação dos dois equipamentos; a linha e o piso em que se situa. Ainda, para cada abraçadeira foi criado um código, com o objetivo de as cadastrar no sistema da empresa. O código foi criado através da concatenação de todas as colunas, com exceção da coluna referente ao perímetro, pois apenas serviu para calcular o diâmetro. A Tabela 17 contém a designação completa das abreviaturas usadas na Tabela 16 de forma a auxiliar a sua interpretação.

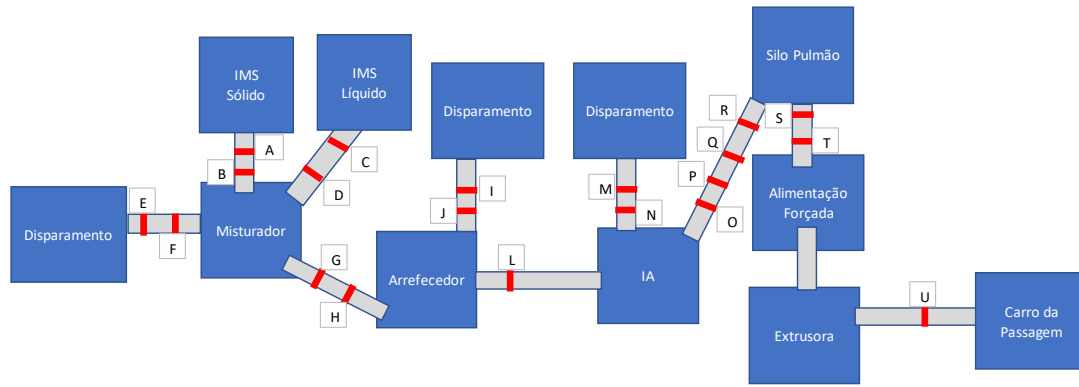


Figura 15 - Mapeamento das abraçadeiras na linha 1

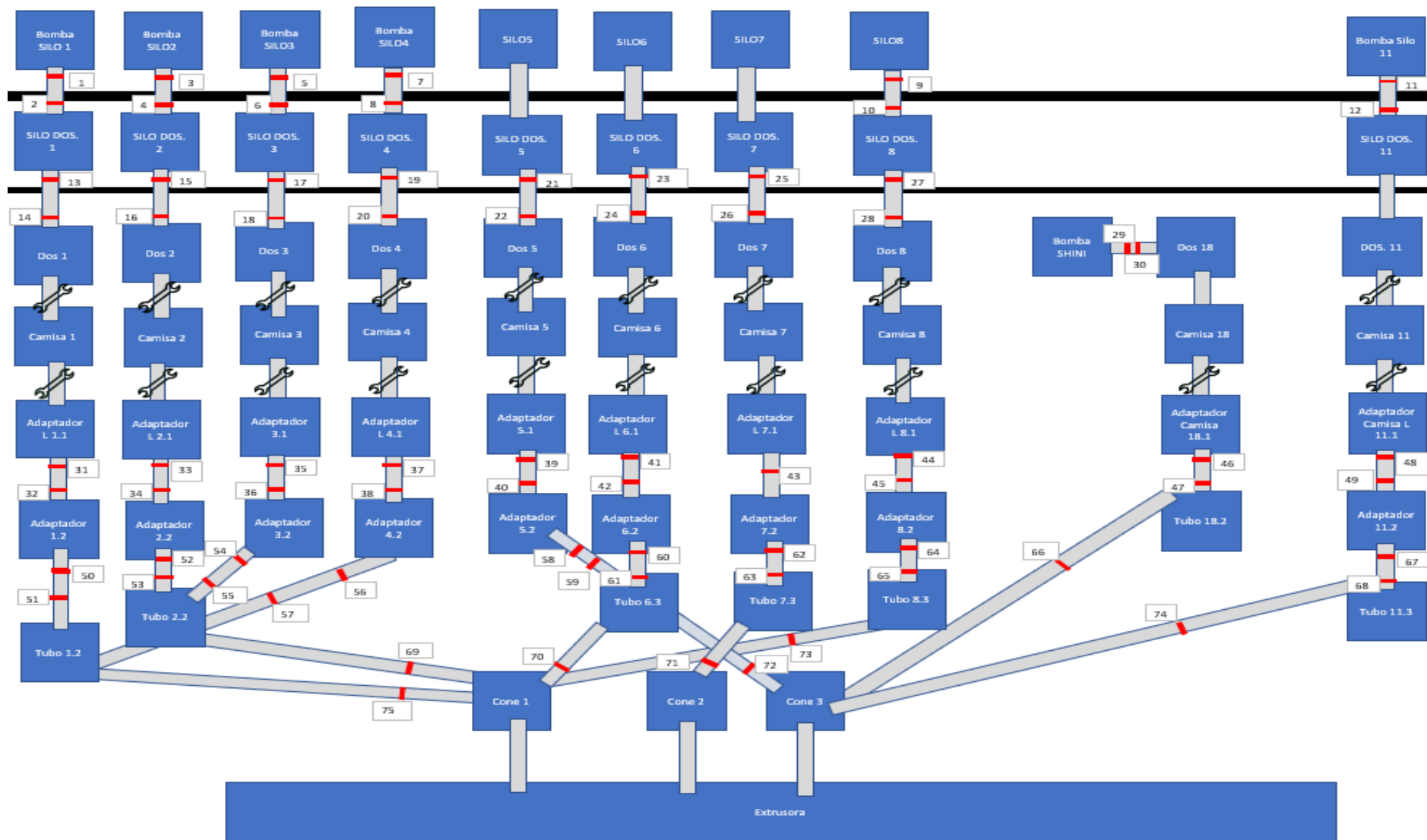


Figura 16 - Mapeamento das abraçadeiras na linha 18

Tabela 16 - Registo das abraçadeiras Linha 1

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	1	1	IMSS-M	U	93,5	30	A.1.1.IMSS-M.U.30
A	1	1	IMSS-M	D	91	29	A.1.1.IMSS-M.D.29
A	1	1	IMSL-M	U	23,5	8	A.1.1.IMSL-M.U.8
A	1	1	IMSL-M	D	23,5	8	A.1.1.IMSL-M.D.8
A	1	1	DISP-M	U	53	17	A.1.1.DISP-M.U.17
A	1	1	DISP-M	D	53	17	A.1.1.DISP-M.D.17
A	1	1	M-A	U	100,5	32	A.1.1.M-A.U.32
A	1	1	M-A	D	100	32	A.1.1.M-A.D.32
A	1	1	DISP-A	U	47,5	16	A.1.1.DISP-A.U.16
A	1	1	DISP-A	D	47,5	16	A.1.1.DISP-A.D.16
A	1	0	A-IA	C	100	32	A.1.0.A-IA.C.32
A	1	0	DISP-IA	D	49	16	A.1.0.DISP-IA.D.16
A	1	0	DISP-IA	U	49	16	A.1.0.DISP-IA.U.16
A	1	0	IA-SP	U	28	9	A.1.0.IA-SP.U.9
A	1	0	IA-SP	C	28	9	A.1.0.IA-SP.C.9
A	1	0	IA-SP	C	25	8	A.1.0.IA-SP.C.8
A	1	0	IA-SP	D	25	8	A.1.0.IA-SP.D.8
A	1	0	EXT-CP	C	84	27	A.1.0.EXT-CP.C.27

Tabela 17 - Designação das siglas utilizadas

Abreviatura	Designação
IMSS	Intermédio misturador sólidos
IMSL	Intermédio misturador líquidos
M	Misturador
DISP	Disparamento
A	Arrefecedor
IA	Intermédio arrefecedor
SP	Silo pulmão
EXT	Extrusora
CP	Carrinho passagem
DESP	Despoeiramento
ALIM	Alimentação forçada
SIST. TRANSP:	Sistema de transporte
SIST. REF.	Sistema refrigeração
CORTE	Zona de corte
ASP	Sistema de aspiração
TAR	Tarara
D	Doseador
SBAL	Silo Balança de ensaue
BAL	Balança de ensaue

Embora na Figura 16 e na Tabela 16 só esteja exemplificado os dados de uma única linha, o mapeamento das abraçadeiras foi replicado nas restantes linhas da CB1 Anexo D e o registo das abraçadeiras foi replicado tanto nas restantes linhas da CB1, como nas linhas da CB2, Anexo E.

Tendo o ano de 2020 como referência, após consulta do software de gestão da empresa, constatou-se que foram realizadas 4185 paragens nas 14 linhas existentes. Em média são realizadas anualmente 299 passagens por linha.

De forma a averiguar o impacto da melhoria conseguida com a substituição das abraçadeiras, foi avaliado o tempo médio de abrir e fechar uma abraçadeira antiga comparativamente com as manuais implementadas, através da cronometragem do processo envolvido para cada uma, por 10 vezes. As abraçadeiras antigas que utilizavam os parafusos demoram em média 56 segundos a abrir e fechar. Já com as abraçadeiras manuais, apenas é necessário despende 22 segundos, redução de 61% do tempo de execução.

Assim, em média, por passagem, como é necessário abrir e fechar 7 abraçadeiras, a medida implementada representa uma economia de 238 segundos, o que equivale a aproximadamente 277 horas, por ano, em que os equipamentos não estarão parados por este motivo.

4.6. Projeto 5S

4.6.1. Intervenção em posto de trabalho

O posto de trabalho referente à zona das microdoses nunca tinha sofrido uma intervenção 5S's, apresentando o aspeto da Figura 17. Analisando a imagem é possível verificar que existe uma elevada desorganização e que o acesso às ferramentas não é fácil.



Figura 17 - Posto de trabalho “Microdoses” original

Inicialmente, começou por se realizar uma formação breve ao colaborador responsável pelo posto de trabalho, na qual se explicou o que eram os 5S's, quais as suas vantagens e impacto no posto de trabalho. Desta forma, foi possível uma maior participação e compreensão do colaborador nesta ação de melhoria.

Posteriormente à formação partiu-se para o primeiro senso (senso de utilização), tendo sido realizado, juntamente com o colaborador, um levantamento das ferramentas realmente necessárias no posto de trabalho, identificando também quais poderiam ser eliminadas. Deste primeiro senso resultou a eliminação das ferramentas presentes na Figura 18, das quais se podem salientar uma enxada, latas de *spray* lubrificante, pincéis, chaves de bocas, martelos, entre outras.



Figura 18 - Ferramentas eliminadas do posto de trabalho “Microdoses”

Ultrapassado o senso de utilização, prosseguiu-se para o senso de organização ou segundo senso. O armário no qual estavam guardadas as ferramentas não apresentava dimensão suficiente para organizar todas as ferramentas de forma eficiente, tendo sido criadas outras duas áreas para as ferramentas (Figura 19).



Figura 19 - Posto de Trabalho Microdoses

Como é possível observar na Figura 19, todas as ferramentas apresentam uma identificação branca e laranja. Esta implementação foi replicada em todos os postos de trabalho (Figura 20). Desta forma é possível identificar a que posto é que corresponde cada ferramenta e, assim, facilmente a repor no seu devido lugar.



Figura 20 - Ferramentas Marcadas

Na Figura 20, como se pode constatar, em vez de terem sido usados os autocolantes, como na Figura 19, as ferramentas foram pintadas com spray. Assim, a alternativa que apresentar melhores resultados será a utilizada em intervenções futuras. Paralelamente a esta implementação também se efetuou uma redistribuição das ferramentas, permitindo que cada posto de trabalho tivesse as suas próprias ferramentas, eliminando a respetiva partilha entre os vários postos e, conseqüentemente, o tempo de procura. Todos os materiais utilizados nesta intervenção foram reaproveitados de outros trabalhos ou já existiam na empresa, representando, por isso, um custo extremamente reduzido.

Uma vez que as práticas de limpeza já estão difundidas pelas empresas e, de forma complementar, existem equipas de limpeza, o senso de limpeza foi ultrapassado.

A solução encontrada para o senso da padronização consistiu em dirigir o responsável pela melhoria contínua ao posto de trabalho em questão e fazer uma avaliação dos 3S's apresentados anteriormente.

Ainda no âmbito dos 5S, na zona das microdoses foi realizada uma intervenção nos silos das matérias-primas. O abastecimento dos silos é feito manualmente pelo colaborador. Porém, a identificação da matéria-prima presente em cada silo ou era inexistente ou era feita através da escrita com um marcador no silo ou, ainda, colando com fita-cola a etiqueta que vinha anexada aos sacos de abastecimento. Isto originava que os abastecimentos fossem feitos na base do conhecimento do colaborador e as identificações existentes se perdessem com facilidade e necessitassem de bastante manutenção.

De realçar que se existir um erro no abastecimento de um silo, pode ocorrer a paragem das linhas de produção, implicando elevados custos. A solução encontrada passou por criar etiquetas próprias para a identificação de cada silo. Desta forma, com reduzida manutenção, os silos permanecem identificados e o conhecimento do silo correto por parte dos operadores é facilitado.

4.6.2. Identificação do armazém das matérias-primas

O armazém de matérias-primas encontra-se dividido de forma idêntica a um parque de estacionamento, onde cada matéria-prima ocupa um “lugar” específico. A descarga destas matérias e a sua organização no armazém é responsabilidade do responsável pela logística. Este, regra geral, aquando da chegada de novas matérias-primas vai ocupando os espaços disponíveis. Com este procedimento existem dois problemas principais, a falta de rastreabilidade das matérias-primas e a dependência do responsável da logística, pois apenas este possui o conhecimento do local de cada uma das referências.

Os dois problemas identificados foram resolvidos atribuindo a cada “lugar de estacionamento” uma identificação, como é possível observar na Figura 21.

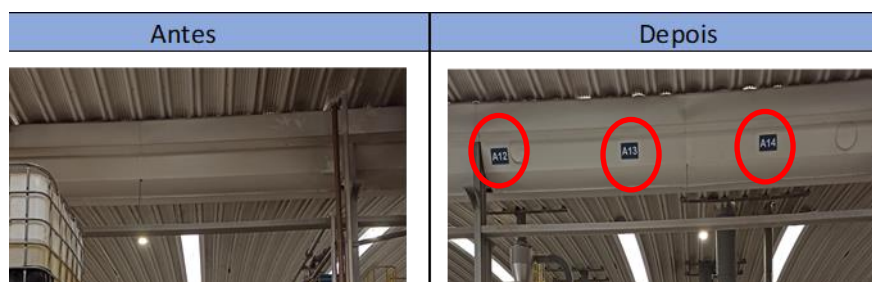


Figura 21 – Identificação do armazém da matéria-prima

Além da identificação descrita anteriormente, foi também alterado o procedimento da receção de encomendas, passando a ser necessário fazer o respetivo registo no software de gestão, associando cada matéria-prima ao local em que está localizada. A implementação desta medida permitiu uma maior rastreabilidade dos produtos, pois qualquer pessoa com acesso a estes dados passa a saber exatamente a localização de cada matéria-prima, reduzindo também a dependência de um único colaborador. O próprio colaborador responsável pela logística também beneficiou com a medida implementada ao reduzir o tempo de procura de cada referência, pois embora fosse ele que tivesse organizado os produtos, dada a variedade de referências, a localização das mesmas era facilmente esquecida.

4.6.3. Reorganização das redes

As redes presentes nos crivos das extrusoras são responsáveis por filtrar o material, aumentando a flexibilidade do crivo, sendo nalguns casos também usadas para aumentar a pressão do material. E, a utilização das redes é necessária em todas as linhas. Dependendo dos requisitos e das propriedades do material pode ser necessário soldar várias redes para que se obtenha a configuração pretendida.

Na Cabopol 1 apenas existe uma sala de consumíveis como apoio às 6 linhas existentes, o que provoca grandes deslocamentos dada a dimensão das linhas. Após uma análise rápida dos consumos de redes de cada uma das linhas concluiu-se que as linhas 18 e 21 eram as que apresentavam maior necessidade de intervenção, Tabela 18. Uma vez que a sala de consumíveis se situa a cerca de 65 metros da linha 18 e a 91 metros da linha 21, é necessário percorrer, respetivamente, um total de 130 metros e de 182 metros em cada deslocamento. A alternativa ao método em vigor passou por criar um pequeno posto com todos os tipos de redes que são necessários à linha 18 e 21 na linha 18 (Figura 22). No caso das linhas 18 e 21, que eram as mais problemáticas, a medida adotada resultou numa significativa redução, nomeadamente, de 130 para 10 metros na linha 18 e de 182 para 41 metros na linha 21.

Tabela 18 - Número trocas de rede por linha

Linha	Nº trocas de rede
1	74
2	76
3	68
13	204
18	351
21	322

Analisando a base de dados referente ao ano de 2020, foi possível constatar que existiram 351 passagens na linha 18 e 322 na linha 21, nas quais foi necessário trocar as redes. Assumindo que o tempo da deslocação é de 1 segundo por cada metro na linha 18 foram reduzidos 2 minutos por cada passagem, correspondendo a 11,7 horas anuais a mais de produção. Já na linha 21 economizaram-se 2,4 minutos por cada passagem, refletindo-se em 13 horas anuais a mais de produção. Embora 24,7 horas anuais pareça um valor residual, é de salientar que a linha 18 e 21 são as de maior valor acrescentado, apresentado uma capacidade produtiva média de 1500 kg/h.



Figura 22 - Bancada das redes

A designação apresentada na etiqueta da Figura 22 começa por apresentar o diâmetro da rede e de seguida as diferentes redes que são soldadas. A letra “S” diz respeito às redes de suporte, servem para aumentar a durabilidade das redes de ferro e inox, a letra “F” é referente às redes de ferro e o “I” às redes de inox. Relativamente aos números presentes antes do tipo de rede indicam o formato da rede, quanto maior o número, mais fina é a rede, aumentando a filtragem e a pressão do material.

Quando o número de redes existentes no posto atinge o valor de *stock* mínimo definido, ou seja, duas redes, os colaboradores devem introduzir informação sobre a necessidade de reposição no computador existente junto às redes, assegurando que estas nunca faltam. O responsável pela reposição passou a ser o responsável pela melhoria contínua em vez do técnico de produção.




Num cenário ideal deveria existir um posto como o descrito em cada uma das linhas, mas devido à reduzida troca de redes em algumas das linhas e à falta de espaço, esta solução não foi considerada viável.

4.6.4. Mapeamento dos barómetros

Os técnicos da produção são responsáveis por manter o seu posto de trabalho limpo e realizar algumas verificações de prevenção. Neste sentido, em cada turno é necessário verificar e, caso necessário, limpar os diversos pontos de limpeza estabelecidos, assim como garantir que os equipamentos estão em pleno funcionamento. Uma das etapas que é necessária realizar aquando da verificação do funcionamento dos equipamentos é confirmar se os valores apresentados pelos diversos barómetros associados aos equipamentos estão dentro do intervalo de valores aceitável. Acontece que esta etapa não era cumprida, pois para além

de não se saber onde é que os diferentes barómetros estavam localizados, não se conhecia o intervalo de valores aceitável. A solução encontrada para este problema foi compilar toda a informação numa tabela, como é exemplo a Tabela 19. Nesta tabela estão exemplificados alguns dos barómetros da linha 7.

Tabela 19 – Barómetros da linha 7

Localização	Intervalo Indicado	Intervalo max-min	Função
	[-0,8 ; -0,2] bar	[-1; 0] bar	Medir pressão do vácuo
	[4; 13] bar	[0; 16] bar	Pressão Válvula de desvio
	[40; 90] °C	[0; 120] °C	Temperatura do óleo de engranagens

A Tabela 19 é constituída por quatro colunas, em que a primeira contém uma imagem na qual é identificado cada barómetro, permitindo localizar o mesmo. Na segunda coluna é apresentado o intervalo de valores aceitável, que foi consultado nos diferentes manuais e procedimentos dos respetivos equipamentos. A terceira e quarta colunas têm um carácter mais informativo do que prático, sendo apresentado, respetivamente, o intervalo de valores medido pelo barómetro para se perceber a escala em que se insere e a função de cada um deles.

Os colaboradores, ao se fazerem acompanhar deste documento aquando da inspeção do posto de trabalho, identificam facilmente os diversos pontos. De forma complementar, junto aos barómetros foi colocado um código de barras (Figura 23) que tem de ser picado com o leitor de códigos de barras do *tablet* do posto de trabalho, sendo assim garantido que nenhum ponto é esquecido. Esta implementação permitiu que as inspeções fossem não só mais rápidas, como também mais completas.



Figura 23 - Ponto de verificação

Tendo em conta os benefícios descritos anteriormente, as medidas adotadas foram replicadas em todos os equipamentos que possuíam barómetros na Cabopol 2, tendo sido identificados e mapeados um total de 81 barómetros.

4.6.5. Reorganização e identificação da sala de corantes

A sala de corantes é constituída por vários depósitos nos quais estão os diversos corantes, mais concretamente 30 depósitos. Sempre que é necessário um corante, o colaborador tem de se deslocar até estes depósitos duas vezes, uma para ir buscar o corante e outra para colocar o excedente após a pesagem (foi assumido que esta condição se verificava sempre). Estes depósitos encontram-se dispostos pela ordem alfabética do nome do corante neles contido. O *layout* originado por este critério não otimiza as deslocações por parte dos colaboradores quando estes necessitam dos corantes, pois, por exemplo, corantes que são utilizados com mais frequência estão mais longe do que outros utilizados com menor frequência (Figura 24).

Recorrendo ao registo dos consumos de corantes do ano 2020, foi possível perceber quantas vezes cada corante foi utilizado, pelo que se procedeu à ordenação decrescente dos corantes, do mais para o menos utilizado. Com base nesta informação e na medição do tempo de

deslocação (obtido a partir da cronometragem do tempo de deslocação desde o posto de trabalho até cada um dos depósitos) foi compilada a Tabela 20. Analisando a informação contida na Tabela 20 redefiniu-se o *layout* da sala, retratado na Figura 25. Este exercício de reajuste dos depósitos permitiu reduzir o tempo das deslocações de 603 para 437 horas, o que equivale a uma redução anual de 28% no tempo despendido em deslocações.

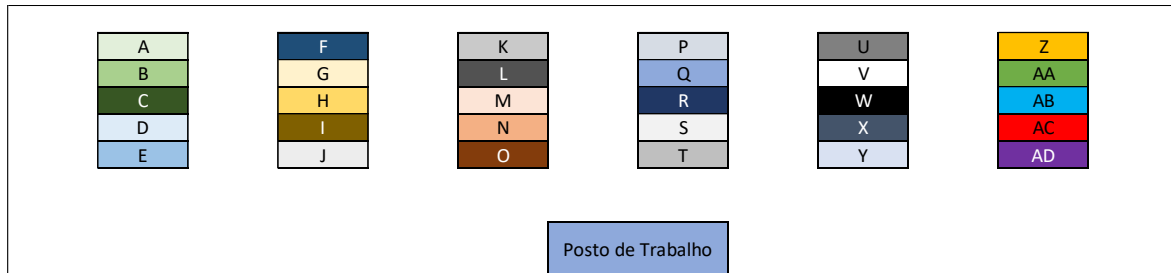


Figura 24 - Layout inicial da sala de corantes

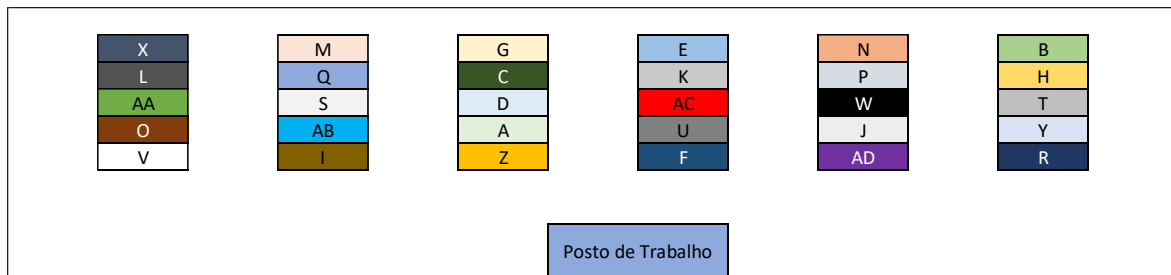


Figura 25 - Layout final da sala de corantes

Tabela 20 - Tempo de deslocação dos operadores na sala de corantes

Corante	Nº de Deslocações	Tempo de deslocação Inicial (h)	Tempo de deslocação Final (h)
F	3447	59,4	27,8
Z	3129	47,8	28,7
U	2661	44,4	24,4
A	2634	55,6	26,3
AC	2483	46,2	25,5
D	2218	39,4	25,3
K	2218	30,2	25,3
AD	2135	42,1	25,5
C	2096	39,6	26,2
E	1937	32,3	24,2
J	1937	24,8	24,2
I	1804	25,1	23,1
W	1277	16,7	16,7
G	987	15,9	8,0
P	949	11,9	12,9
AB	814	14,2	11,3
N	781	8,0	11,1
S	673	6,2	8,2
R	640	6,6	9,6
Q	573	6,5	9,4
Y	487	5,8	8,0
V	449	6,1	7,5
T	319	2,6	5,6
M	243	2,8	4,2
O	233	2,1	4,1
H	181	2,7	3,4
AA	162	2,7	3,1
B	145	2,9	2,9
L	136	1,7	2,7
X	88	1,1	1,9
Total	37836	603,2	436,8

Ainda na sala de corantes, ao observar os colaboradores, identificou-se que aqueles que tinham menos experiência apresentavam alguma dificuldade em encontrar os sacos de plástico para colocar os corantes. Esta dificuldade surgia do facto das diversas caixas que continham os sacos não estarem identificadas. Assim, procedeu-se à resolução desta lacuna, como é apresentado na Figura 26.

**Figura 26 - Caixas sacos de plástico depois**

4.6.6. Reorganização da bancada de ferramentas

O principal objetivo no âmbito da reorganização da bancada de ferramentas consistiu, para além da própria reorganização, em eliminar as ferramentas desnecessárias.

A primeira etapa que se realizou foi o levantamento de todas as ferramentas existentes em cada um dos postos de trabalho, sendo utilizada a linha 21 como exemplo. Simultaneamente, a cada uma das ferramentas foi atribuído o seu local de utilização, bem como a sua função, como é possível observar no excerto presente na Tabela 21. Este levantamento permite que, em caso de dúvida, se identifiquem quais as ferramentas associadas a cada tarefa específica e que, independentemente do colaborador alocado à tarefa, o conhecimento esteja difundido.

Tabela 21 – Ferramentas da bancada da Linha 21

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Chave de Bocas/Roquete 10	Camisa Doseador 1	Retirar a Camisa do Doseador
	Camisa Doseador 2	
	Camisa Doseador 3	
	Camisa Doseador 4	
	Camisa Doseador 5	
	Camisa Doseador 9	
Chave de Bocas/ Roquete 13	Camisa Doseador 10	Retirar a Camisa do Doseador
	Camisa Doseador 6	
	Camisa Doseador 7	
	Camisa Doseador 8	Abrir o Doseador
	Doseador 1	
	Doseador 2	
	Doseador 3	
	Doseador 4	
	Doseador 5	
	Doseador 9	
Sextava Exterior de 7	Doseador 10	Tirar as Abraçadeiras das Mangas
	Mangas do Doseador	
	Camisa do Doseador	
Chave Sextavada de 1,5 mm		
Chave Sextavada de 2 mm		
Chave Sextavada de 2,5 mm		
Chave Sextavada de 3 mm		
Chave Sextavada de 8 mm		
Chave Sextavada de 10 mm		

Na Tabela 21, a vermelho, encontram-se as ferramentas que foram removidas, pois embora não fossem necessárias naquele posto de trabalho, existiam no mesmo. Esta seleção resultou na eliminação de cerca de 22% das ferramentas existentes na linha. A percentagem de ferramentas eliminadas das restantes linhas é apresentada na Tabela 22.

Tabela 22 - Percentagem de ferramentas eliminadas

Linha	Ferramentas eliminadas (%)
1	17
2	16
3	17
5	18
6	0
7	0
8	10
9	7
11	31
13	16
18	27
21	22

A remoção das ferramentas foi feita de forma gradual. Numa fase inicial foi feito um levantamento, com o chefe de turno, de quais seriam as ferramentas a eliminar, tendo sido guardadas na sala do Diretor de Produção. Foi decidido que, caso as ferramentas não fossem utilizadas no espaço de um mês, seriam removidas para o armazém das ferramentas. Após este mês ter decorrido, foi realizado um inventário de todas as ferramentas existentes nas bancadas (Anexo F) bem como de todas as ferramentas removidas, uma vez que não existia nenhum registo das mesmas.

A fase seguinte passou por converter as bancadas fixas das ferramentas (Figura 27) em bancadas móveis Figura 28. A alteração permite a redução das deslocações, por parte dos técnicos, para ir buscar ferramentas, uma vez que podem deslocar o carrinho para junto do local da intervenção.



Figura 27 - Bancada fixa de ferramentas



Figura 28 - Carrinho de ferramenta

Como é possível observar na Figura 28 foram criados negativos para cada ferramenta, sendo possível localizar com facilidade o local de cada ferramenta, funcionando também como um sistema *Poka-Yoke*. A meio de cada negativo foi adicionado uma pequena tira extra de esferovite que funciona como alavanca, pois se uma das extremidades da ferramenta for pressionada, a outra levanta, facilitando a remoção da mesma. Assim, como já foi descrito na secção 4.3.1, todas as ferramentas foram pintadas de forma a identificar a que posto de trabalho correspondem. Este procedimento foi replicado nas restantes bancadas de cada linha.

Paralelamente, foi criada uma *One Point Lesson* (OPL) para garantir que todas as ferramentas eram colocadas no local apropriado, evitando o seu extravio (Figura 29).


		ONE POINT LESSON (OPL) (explicação de 10 min)					
OPL NO.:		XXXX		VERSÃO:		01	
CLASSIFICAÇÃO:		<input checked="" type="checkbox"/> INFO GERAL		<input type="checkbox"/> ESH		<input checked="" type="checkbox"/> MELHORIA	
				<input type="checkbox"/> ERROS / LAPSOS		<input type="checkbox"/> DEFEITOS	
CRIADO POR:		DEPT.		Melhoria Contínua		DATA	
APROVADO POR:		Filipe Regalado				DATA	
TÍTULO:		Ferramentas Linha 8					
O carro de ferramentas da Linha 8 deve conter as seguintes ferramentas:							
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Vassoura/Pá ◦ Produto de Limpeza ◦ Escova de Arame ◦ Espátula ◦ Chave Sextavada de 6 mm ◦ Chave de Sextavada Exterior de 7 mm ◦ Chave de Bocas de 13 mm ◦ Chave de Sextavada de 3 mm ◦ Chave de Bocas de 8 mm ◦ Chave de Bocas de 10 / 11 mm 				<ul style="list-style-type: none"> ◦ Maço de Borracha ◦ Chave de Bocas de 17 mm ◦ Luvas ◦ Pica Redes ◦ Spray de Silicone ◦ Selador de Juntas ◦ Marcador ◦ Escovilhão Grande ◦ Chave de Fendas 			
Atenção: É da responsabilidade do Chefe de Turno verificar e reportar no início e final do turno se faltam ferramentas!							
Nota: Se faltarem ferramentas reportar no email do relatório de turno							

Figura 29 - OPL - carrinho de ferramentas da Linha 8

4.6.7. Organização de fusos e camisas

Algumas das passagens de material requerem a troca do fuso e da camisa, com vista a cumprir as especificações do material que se irá produzir. Após a passagem, o fuso que ficava fora da máquina era guardado numa estrutura própria para os fusos, juntamente com todos os outros. Devido às especificidades de cada equipamento, estes não são compatíveis com todos os fusos e camisas, embora alguns fusos possam ser utilizados em diversos doseadores de diferentes linhas. Esta particularidade implicava que quando era necessário trocar de fuso havia necessidade de medir todos os fusos até se encontrar o pretendido. Para que este procedimento, de valor não acrescentado, fosse evitado, cada um dos fusos foi medido, registando as respetivas dimensões. De seguida, foi consultado numa base de dados já existente quais eram os equipamentos compatíveis com as dimensões avaliadas. A informação recolhida nas tarefas anteriores foi compilada em pequenos cartões e acoplada ao respetivo fuso, como é possível verificar na Figura 30. O mesmo procedimento foi replicado para as camisas.



Figura 30 - Fusos identificados

A única ressalva da implementação efetuada está relacionada com a necessidade do cartão ser removido antes do fuso ser utilizado. Para evitar a mistura e trocas de cartões, que poderiam conduzir a danos nos equipamentos caso os fusos fossem colocados incorretamente, foi criado o quadro representado na Figura 31.

Neste quadro foram incluídas todas as linhas da CB2, bem como todos os doseadores nos quais são necessários fusos. Assim, sempre que um fuso é utilizado e o cartão é retirado, estes são colocados no respetivo local em que estão a ser utilizados, neste quadro. Este quadro, para além de permitir um maior rastreio da localização dos fusos, também origina uma maior organização e a redução do erro na identificação dos fusos.

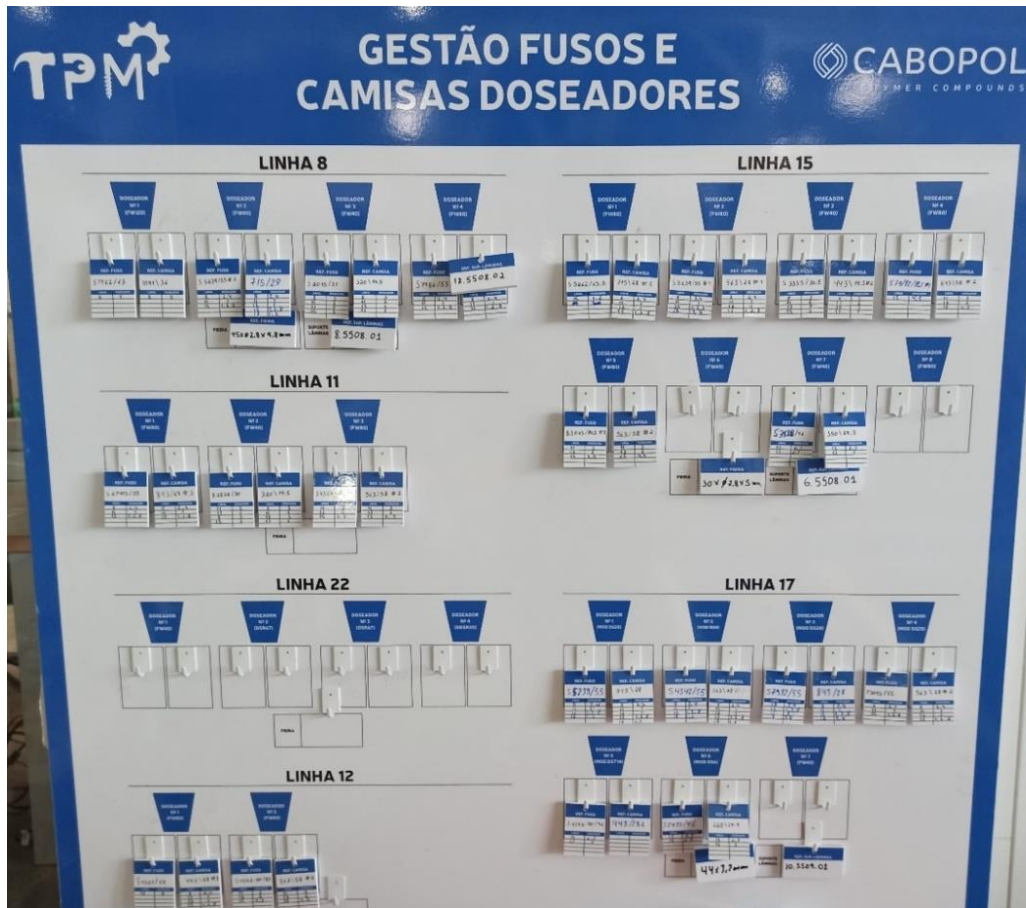


Figura 31 - Quadro fusos e camisas

4.6.8. Identificação dos postos de carregamento das baterias

Considerando a elevada quantidade de empilhadores diferentes, bem como a dos respectivos carregadores, houve necessidade de sistematizar a informação sobre os postos de carregamento dos empilhadores na Tabela 23. Sempre que os empilhadores ficam com pouca bateria, esta é retirada e substituída por uma suplente carregada, para evitar que fiquem parados. Em cada posto são feitos carregamentos de diferentes tipos de baterias que podem ser aplicadas em vários empilhadores. Dada a variada gama de combinações possíveis era frequente haver pequenos enganos que, no pior dos cenários, chegaram a danificar as baterias, por terem sido carregadas com o carregador errado. A consulta da informação contida na Tabela 23 permite saber de imediato quais são as combinações possíveis de forma a minimizar os erros.

Tabela 23 - Informação sobre os carregadores dos empilhadores

Marca	Código Interno	Responsável	Posto de Carregamento	Carregador	Código Int. Baterias	Tempo de Carregamento	Cor
Mitsubishi	EP-0003	Manutenção	3	CGR-0012	BAT-0006	8h	
				CGR - 0011	BAT-0043		
					BAT-0046		
Mitsubishi	EP-0004	Chefe/Subchefe	3	CGR-0012	BAT-0006		
				CGR - 0011	BAT-0043		
					BAT-0046		
Mitsubishi	EP-0053	Jorge Pereira	2	CGR-0023	BAT-0055		
					BAT-0056		
					BAT-0057		
Mitsubishi	EP-0054	Fernando Rasteiro	1	CGR - 0036	BAT-0055		
				CGR - 0037	BAT-0056		
				CGR - 0038	BAT-0057		
				CGR - 0039			
Mitsubishi	EP-0055	Marco Martins	1	CGR - 0036	BAT-0055		
		Paulo Botelho		CGR - 0037	BAT-0056		
				CGR - 0038	BAT-0057		
				CGR - 0039			
Heli	EP-0023	Chefe/Subchefe	3	CGR-0009	BAT-0003		
					BAT-0044		
Hangcha	EP-0026	Chefe Turno	3	CGR-0013	BAT-0011		
					BAT-0012		
				CGR-0024	BAT-0013		
					BAT-0017		
Hangcha	EP-0027	Chefe Turno	3	CGR-0013	BAT-0011		
					BAT-0012		
				CGR-0024	BAT-0013		
					BAT-0017		
Toyota	EP-0035	Chefe Turno	1	CGR - 0036	BAT-0027		
				CGR - 0037	BAT-0029		
				CGR - 0038	BAT-0039		
				CGR - 0039			
Toyota	EP-0038	Diogo Vieira	1	CGR - 0036	BAT-0027		
				CGR - 0037	BAT-0029		
				CGR - 0038	BAT-0039		
				CGR - 0039			
Toyota	EP-0042	Fernando João	4	CGR-0022	BAT-0033		

Analisando a Tabela 23 da esquerda para a direita, nas três primeiras colunas, é apresentada a marca e a identificação interna de cada empilhador, bem como o responsável por assegurar os carregamentos das baterias. Ao longo das instalações existem 4 postos de carregamento, equipados com diferentes tipos de carregador. Na coluna 4, 5 e 6 é identificado quais os carregadores apropriados para cada bateria e em que postos de carregamento é que se encontram. Na penúltima coluna é apresentado o tempo ideal de carregamento. Como medida auxiliar, a cada marca foi atribuída uma cor própria (última coluna).

Em cada um dos carregadores e em cada bateria foi colocada uma etiqueta com a identificação correspondente para que assim que se retira a bateria para carregamento se identifiquem as referências.

4.7.Outras ações de melhoria implementadas

4.7.1. Receção de encomendas

A receção de encomendas não tinha um procedimento associado, pelo que, muitas vezes, desconhecia-se a localização de matérias-primas e, ainda, muitas encomendas não eram entregues à pessoa certa. Esta situação resultava numa maior desorganização e em *stress* desnecessário. De forma a mitigar este problema foi criado um procedimento de receção de encomendas. O procedimento pode ser consultado na Figura 32. Posteriormente à elaboração do procedimento, este foi apresentado às pessoas que ficaram responsáveis pelo mesmo, tendo sido dada toda a formação necessária para a sua correta implementação. Esta pequena melhoria permitiu aumentar a fluidez e a organização na receção das encomendas.


		ONE POINT LESSON (OPL) (explicação de 10 min)						
OPL NO.:		XXXX		VERSÃO:		xx		
CLASSIFICAÇÃO:		<input checked="" type="checkbox"/> INFO GERAL <input type="checkbox"/> ESH <input checked="" type="checkbox"/> MELHORIA <input type="checkbox"/> ERROS / LAPSOS <input type="checkbox"/> DEFEITOS						
CRIADO POR:		Filipe Henriques		DEPT.	Produção		DATA	12/03/2021
APROVADO POR:						DATA	12/03/2021	
TÍTULO:		Padronização da Receção de Encomendas						
ATENÇÃO Quando um Fornecedor chega à Portaria da CB2 proceder da seguinte forma:								
1º - O Segurança deve de ligar ao Responsável da Logística para validar a entrada da encomenda. 2º - Caso autorize: <ul style="list-style-type: none"> Encomenda de pequenas dimensões <ul style="list-style-type: none"> Descarregar na zona de quarentena O Responsável da Logística informar quem fez a encomenda. Nota: Em todas as encomendas deve de estar identificado o destinatário Encomenda de grandes dimensões <ul style="list-style-type: none"> Descarregar junto aos departamentos respetivos: <ul style="list-style-type: none"> Produção: Em frente à Sala de Controlo. Manutenção: Em frente ao Armazém da Manutenção I&D: Em frente das racks dos laboratórios Nota 1: Se for urgente, proceder à recolha imediata Nota 2: Em todas as encomendas deve de estar identificado o destinatário 								

Figura 32 - Procedimento de receção de encomendas

4.7.2. Manual de boas-vindas

Considerando a frequência de contratação por parte da empresa e a quantidade de estagiários que desenvolvem projetos nas instalações da mesma, foi considerado que era importante delinear quais as atividades/formações necessárias para futuras contratações, bem como o material que deveria de ser entregue de forma que fossem cumpridas todas as normas de segurança. Após um breve levantamento, concluiu-se que seria necessário implementar a seguinte metodologia:

- Explicação do funcionamento do *Total Productive Maintenance*;
- Formação breve em 5S;
- Demonstração do funcionamento dos planos de inspeção;
- Visita guiada às linhas de fabrico e à sala de amostras.

No que diz respeito aos equipamentos de proteção individual, concluiu-se que seria necessário a utilização de:

- Luvas;
- Máscara;
- Proteção auricular;
- Folheto informativo.

Com base na informação recolhida foram criados *kits* em sacos com todos os materiais necessários para agilizar o processo de entrega dos mesmos.

4.8. Melhorias aprovadas, mas não implementadas

As implementações abaixo referidas são relativas ao projeto da linha 8 descrito no capítulo 0. Estas sugestões devido à escassez de tempo ou à falta de recursos, aquando da conclusão deste trabalho, não foi possível realizar a sua implementação e respetiva validação, mas dado a sua relevância serão descritas.

A. Criar um suporte para o berbequim

A apoiar as linhas existe uma bancada central na qual são feitas diversas tarefas como é o caso da limpeza dos crivos. Nesta limpeza é necessário recorrer ao berbequim que se encontra na bancada. Após cada utilização é prática comum desligar o fio e enrolar o mesmo à volta do berbequim e colocar na prateleira por baixo da bancada. Ao criar um suporte que permita ter o berbequim sempre ligado evita todo o *setup* a ele associado, economizando-se tempo.

B. Adquirir uma bomba de transporte para integração de material na produção

Algumas produções, como forma de controlo de qualidade, obrigam a que parte da produção inicial seja segregada e posteriormente integrada na produção. Este processo de transporte é efetuado manualmente exigindo um elevado esforço físico por parte dos operadores, sendo pouco eficiente e suscetível a acidentes de trabalho. Através da aquisição de uma bomba de transporte é possível automatizar este processo, permitindo otimizar o processo de arranque e libertar os operadores para tarefas de maior valor acrescentado.

C. Rodar os apertos do cambio de filtros para o inversor e da ponteira do fuso para o cambio de filtros

Como é possível verificar na Figura 33 o acesso aos apertos tanto do cambio de filtros para o inversor, como da ponteira do fuso para o cambio de filtros é difícil, sendo necessário estar em cima de uma escada e trabalhar por cima da extrusora. Aliado a esta adversidade é também de considerar que esta zona se encontra a uma temperatura muito elevada. Isto implica que uma tarefa aparentemente fácil de desapertar parafusos se torne morosa e potencialmente perigosa. A rotação de 180° destes apertos permite um acesso mais fácil e seguro. A rotação é de simples execução, sendo apenas necessário desapertar os suportes dos apertos e rodar os mesmos.



Figura 33 – Aperto da ponteira do fuso para o cambio de filtros

D. Iluminação reforçada

A utilização de um foco de luz extra auxilia os colaboradores na execução das suas tarefas, permitindo um maior controlo de qualidade da tarefa que estão a desempenhar. A zona de corte, dado o aglomerado de suportes e fios, por vezes pode não apresentar a melhor luminosidade, sendo necessário reforçar esta zona com iluminação.

E. Ficha no quadro elétrico do inversor

O *setup* requer a utilização de equipamentos que necessitam energia elétrica, mas acontece que a única ficha existente na linha se encontra a cerca de 10 m da zona de utilização, obrigando que a cada utilização o técnico percorra cerca de 20 m.

Tendo como objetivo a redução da distância a percorrer procurou-se encontrar uma nova localização para a ficha, tendo sido escolhido o quadro elétrico do inversor, considerando a sua proximidade ao local de utilização (cerca de 2 m) e visto que já possuía corrente elétrica. Esta medida irá diminuir o tempo de deslocação em cerca de 80%, diminuindo, conseqüentemente, o tempo de *setup* e o cansaço dos técnicos.

F. Criar negativos para os cabos das resistências do câmbio de filtros

Os cabos de alimentação das resistências do câmbio de filtros necessitam de ser desacoplados aquando do *setup*. Após serem desacoplados são pendurados no suporte da tubagem da água. Com o trabalho dos técnicos e o movimento das diferentes partes da linha é frequente os cabos caírem em zonas com uma temperatura elevada. Este facto origina o desgaste dos cabos e a necessidade de continua manutenção, pois caso os cabos se danifiquem pode implicar a paragem da linha. Com o intuito de controlar o desgaste dos cabos podem ser criados negativos para que sejam ligados e não fiquem pendurados.

G. Substituição do silo pulmão por um sistema de mistura horizontal

A linha 8 apresenta como característica manter a mesma base em todas as produções, ou seja, o principal constituinte (polímero) do produto final é o mesmo, sendo apenas adicionados outros elementos, como corantes, para obter o produto final pretendido, numa fase posterior. Atualmente, como estes corantes são adicionados no arrefecedor, implica a limpeza do arrefecedor e do IA aquando dos *setups*.

A utilização de um misturador horizontal, em vez do silo pulmão, permite adicionar os corantes neste equipamento. Como se localiza após o arrefecedor e o IA, permite que se elimine a limpeza destes dois equipamentos. Acrescendo à redução do tempo de *setup* é também possível iniciar o processo descontínuo de misturas mais cedo. Além destas vantagens, haveria uma redução de produções não conformes devido à cor. As vantagens apresentadas são corroboradas, pois existe uma outra linha com este sistema implementado.

H. Aplicação de abraçadeiras de aperto rápido na tubagem de transporte de água

Embora os parafusos das abraçadeiras do tubo de transporte de água tenham sido padronizados, conclui-se que a opção mais eficiente seria mesmo remover a utilização de qualquer ferramenta, fazendo-se a transição de abraçadeiras de parafusos para abraçadeiras de aperto rápido, mas dado que no momento da padronização dos parafusos não existiam as abraçadeiras de aperto rápido esta implementação ficou em lista de espera.

Esta pequena transição permite eliminar o uso de ferramentas nesta operação, tornando-a mais rápida e simples de executar.

5. Conclusões finais e sugestões futuras

5.1. Conclusões finais

Face ao trabalho elaborado, entende-se que, os objetivos propostos foram atingidos. Globalmente, estes visaram a padronização dos *setups*, a redução do tempo dos mesmos, por parte do departamento da manutenção e do de produção, assim como a melhoria de eficiência de diversas tarefas desempenhadas.

Respondendo ao principal desafio deste projeto, i.e. redução dos tempos de *setup*, foram analisados quer o *setup* realizado pelo departamento da manutenção quer pelo departamento da produção. No que diz respeito ao *setup* da produção foi estudado a viabilidade da redistribuição dos recursos humanos, passando os *setups* a serem realizados por dois técnicos em vez de um. Ainda neste âmbito foram analisadas as diversas etapas desempenhadas, tendo estas sido melhoradas. A intervenção neste departamento teve como resultado uma redução de 55% do tempo entre o final da produção e o início do seguinte lote. Já no que concerne ao departamento da manutenção recorreu-se à ferramenta SMED. Inicialmente procedeu-se ao levantamento das etapas necessárias para levar a cabo a passagem de produção, tendo posteriormente ocorrido a conversão de tarefas que pertenciam ao *setup* interno em *setup* externo. Posteriormente as tarefas analisadas sofreram ainda ajustes de forma a reduzir o tempo de realização e o conforto dos técnicos. Este projeto permitiu reduzir a intervenção por parte da manutenção em cerca de 46%. Ainda neste âmbito foi elaborado um projeto de padronização das abraçadeiras existentes nas linhas, o qual consistiu em mapear e converter abraçadeiras de parafusos em abraçadeiras manuais, permitindo reduzir o tempo de aperto e desaperto em 61% em cada operação.

A identificação dos *setups* por linha, bem como a identificação dos diferentes equipamentos a serem limpos em cada linha, conjuntamente com a determinação do tempo médio espectável, constituiu uma ferramenta de elevado valor acrescentado para os diretores da produção, bem como para o departamento do planeamento. De facto, com base nos dados obtidos, as chefias do departamento da produção passaram a dispor de uma métrica para avaliar o desempenho dos operadores e proceder a uma avaliação mais precisa dos mesmos. Acrescendo a esta vantagem, o facto de existir um documento onde estão compilados todos os tipos de *setups* permite reduzir o conteúdo da instrução de trabalho e as questões relativas a que equipamentos limpar. No que diz respeito ao departamento do planeamento, visto que

passaram a ser conhecidos o tempo de *setup*, a projeção do tempo de produção de cada lote tornou-se mais precisa, sendo possível delinear os prazos de entrega ao cliente com maior rigor.

Relativamente à melhoria da organização/arrumação geral do chão de fábrica recorreu-se à técnica dos 5S, tendo esta sido implementada em diversos locais. Destaca-se por exemplo a este nível que as tarefas de reposição das redes utilizavas nos crivos apresentaram uma redução de tempo na ordem dos 78% na linha 21 e na linha 18 de 92%, após a criação e organização de um novo posto de trabalho. Já a reorganização da sala de corantes, tendo como critério a redução da distância percorrida pelo colaborador, permitiu uma redução das deslocações de 28%. Notar que foram ainda implementadas outras ações, que embora não tenha sido possível quantificar, permitiram agilizar a execução das tarefas por parte dos colaboradores e visualmente tornaram os postos de trabalho esteticamente mais agradáveis e funcionais, o que conduziu a uma redução do tempo de execução das tarefas.

No que diz respeito a dificuldades sentidas na realização deste trabalho, a maior residiu no facto de ter dividido o tempo entre a CB1 e a CB2, que por um lado foi positivo, pois permitiu um conhecimento mais abrangente da empresa, por outro dificultou o aprofundamento dos estudos numa só linha. Tinha sido interessante realizar a padronização de *setups* na linha 8 da CB2, ao invés da linha 1 da CB1, de forma a completar os outros trabalhos desenvolvidos nessa mesma linha. Adicionalmente, o facto de o processo produtivo da empresa ser tão complexo e existir uma vasta gama de produtos implicou um difícil e lento processo de ambientação.

Por último, analisando globalmente o trabalho desenvolvido, bem como os resultados positivos obtidos, conclui-se que as ações desenvolvidas nos diversos projetos de melhoria apresentam potencial para ser replicados nas restantes linhas, carecendo apenas de ajustes individuais, passíveis de incrementar a eficiência dos *setups* e aumentar a disponibilidade dos equipamentos dessas mesmas linhas. A replicação dos trabalhos desenvolvidos irá permitir aumentar o retorno deste trabalho, uma vez que as implementações futuras serão mais ágeis e focadas para os problemas detetados cujas causas são genericamente similares às já tratadas neste trabalho.

5.2.Implementações futuras

Como resultado complementar ao trabalho desenvolvido, sugere-se ainda uma ação de melhoria considerada muito relevante para implementação futura: Introduzir um novo software na produção que permita automatizar os relatórios mensais de produção e disponibilidade, bem como o cálculo automático e em tempo real do OEE e de todos os KPI's do departamento de produção, agilizando assim a gestão da produção, proporcionando maior facilidade à implementação de projetos de melhoria contínua.

Uma possível solução seria o software MGPRO. Algumas das razões para selecionar este software são:

- A Arquitetura é baseada na filosofia Lean Manufacturing;
- O *software* dá suporte às 4 fases do Ciclo PDCA;
- Apresenta o OEE como o principal Indicador de Performance;
- Toda a informação está disponível em tempo real e em qualquer dispositivo com acesso à internet.
- O MGPRO pode ser interligado com a base de dados da empresa.

A implementação de um projeto piloto para a validação do *software* poderia assentar nas seguintes etapas:

1. Arquitetura da solução – Definir as instalações técnicas (*hardware* necessário, *software*, etc.);
2. Instalação – Instalação do *hardware*;
3. Registrar – Tipos de paragens e grupos, desperdícios, etc.;
4. Formação – Formação operacional;
5. Acompanhamento – *Coaching* na análise de desempenho dos equipamentos.

Referências Bibliográficas

- [1] S. Shingo, *A Revolution in Manufacturing: the SMED System*, Productivity Press, 1985.
- [2] A. L. F. de Almeida, “Metodologia Lean Manufacturing No Processo Produtivo De Capas Para Assentos De Automóvel,” Universidade de Aveiro, 2015.
- [3] P. M. P. Mota, “ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA SMED E O SEU IMPACTO NUMA LINHA DE PRODUÇÃO,” Instituto Superior Técnico, 2007.
- [4] G. L. de Matos, “Aplicação de Pensamento Lean: Caso de Estudo,” Universidade Nova de Lisboa, 2016.
- [5] T. F. T. Bidarra, “Implementação da metodologia SMED numa empresa do sector da indústria automóvel,” 2011.
- [6] B. T. Michels, “Application of Shingo’s Single Minute Exchange of Dies,” 2007.
- [7] M. R. I. M. O. N. Sugai, “Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso,” *Rev. Gestão Produção*. Vol. 14, 2007.
- [8] S. P. da S. Moreira, “Aplicação das Ferramentas Lean. Caso de Estudo,” Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2011.
- [9] T. F. T. Bidarra, “Implementação da metodologia SMED numa empresa do sector da indústria automóvel,” 2011.
- [10] J. L. Q. Pinto, “Modelo de Implementação do pensamento JIT - Uma abordagem prática aos conceitos,” *Publindustria Edições Técnicas*, 2009.
- [11] T. D. M. J. T. Bell, “New Horizons in Standardized Work: Techniques for Manufacturing and Business Process Improvement,” *New York Product. Press*, 2011.
- [12] L. J. M. Nogueira, “Melhoria da Qualidade através de Sistemas Poka-Yoke,”
FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO.

- [13] J. Pinto, “Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras,” 2009.
- [14] Acedido a 11 de Março de 2021 em: <https://industria hoje.com.br/o-que-e-poka-yoke>.
- [15] C. Chapman, “Clean House With Lean 5S,” *Qual. Prog. J.*, 2005.
- [16] D. R. D. V. Freiberg, “Everything Is 5S : A Simple yet Powerful Lean Improvement Approach Applied in a Preadmission Testing Center,” *Qual. Manag. J.*, pp. 10–22, 2014.
- [17] Acedido a 25 de Março de 2021 em: <https://cabopol.com/>.
- [18] Acedido a 15 de Março de 2021 em:
https://www.google.com/search?q=cabopol&sxsrf=AOaemvJudK1FbJi6om_p8EXBroIMpsu-hQ:1637618786717&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiDybyw_az0AhVQUMAKHRgNCNsQ_AUoAnoECAEQBA&biw=1920&bih=969&dpr=1#imgrc=FrmokyR1hSwecM.
- [19] Acedido a 3 de Março de 2021 em: <https://cabopol.com/solucao/SOFIPLUS/>.
- [20] H. Britto, “MECÂNICA DE FABRICAÇÃO: CONCEITOS, ELEMENTOS E PROCESSOS.”. Acedido a 3 de Maio de 2021 em:
<http://mecanicadefabricao.blogspot.com/2015/10/extrusao-plastica.html>.

Anexos

A. Tipos de passagens

Linha 2

Linha 2				IMS	Misturador	Arrefecedor	IA	Sub. Transp	Sil o ou	Alim. For	Extrusora	Ciclone	Tarara Arref.	Tarara	Ciclone	Balança de Ensaque
Tipo de Limpeza	Limpeza Programada	Ref. Ini	Ref. Fim													
A	Mesma Dureza	Automóvel	Automóvel													
B		Energia	Energia													
C	Dureza Diferente	Automóvel	Automóvel													
D		Automóvel	Cristal													
E		Cristal	Cristal													
F		Energia	Cristal													
G	Cores Diferentes - Aplicação Arrefecedor	-	-													
H	Cores Diferentes - Aplicação Misturador	-	-													

Linha 3

Linha 3				IMS	Misturador	Arrefecedor	IA	Silo pulmão	Alim. For	Extrusora	Ciclone	Tarara Arref.	Tarara	Ciclone	Balança de Ensaque
Tipo de Limpeza	Limpeza Programada	Ref. Ini	Ref. Fim												
A	Mesma Dureza	Automóvel	Automóvel												
B		Energia	Energia												
C	Dureza Diferente	Automóvel	Automóvel												
D		Automóvel	Cristal												
E		Cristal	Cristal												
F		Energia	Cristal												
G	Cores Diferentes - Aplicação Arrefecedor	-	-												
H	Cores Diferentes - Aplicação Misturador	-	-												

Linha 18

Linha 18				Silo Doseador 1 a 10	Silo Doseador 11	Silo Doseador 18	Doseador 1 a 10	Doseador 10	Doseador 11	Doseador 18	Alimentações	Fuso Principal	Monofuso	Inversor	Fleira	Crivos	GALA PARCIAL	TARARA	Balança de Ensaque	Maq. Peroxido
Tipo de Limpeza	Limpeza Programada	Ref. Ini	Ref. Fim																	
A	Direta	Mesma Ref	Mesma Ref																	
B	Bases Diferente/ NBo colorado	HFFR	HFFR																	
C	Cores Diferentes Mesma Ref	HFFR Natural	HFFR Colorado																	
D	Cores Diferentes Outra Ref	HFFR Natural	HFFR Colorado																	
E	Cores Diferentes Outra Ref	HFFR Colorado	HFFR Natural																	
F	Cores Diferentes Mesma Ref	HFFR Colorado	HFFR Natural																	
G	Peroxido	HFFR	HFFR C/Peroxido																	
H	Peroxido	HFFR C/Peroxido	HFFR																	
I	Peroxido	HFFR C/Peroxido	HFFR C/Peroxido																	

B. Formação SMED



SMED

Single Minute Exchange of Dies



OBJETIVOSMED:

- REDUZIR TEMPO DE SETUP



TEMPO DASETUP



- Preparação do material, das matrizes, das fixações, etc. (30% do tempo);
- Aperto e libertação das ferramentas (5% do tempo);
- Centragem e determinação das dimensões das ferramentas (15% do tempo);
- Ensaio e regulação (50% do tempo).



TIPOS DASETUP



SETUP INTERNO SÓ PODE SER EXECUTADO COM O EQUIPAMENTO PARADO.

SETUP EXTERNO PODEM SER EXECUTADOS DURANTE O CICLO DA MÁQUINA



COMO IMPLEMENTAR SMED:

Primeira etapa:

- Não se faz distinção entre operações internas e externas!
- A troca de ferramentas faz-se com a máquina parada (IED). Procura-se as ferramentas, reparam-se, etc. Demora muito tempo!

Segunda etapa:

- Estabelece-se uma distinção entre IED e OED;
- Ordena-se um check list para as operações OED, que devem ser executadas durante o funcionamento da máquina;
- Redução do tempo: 30% a 50%

Terceira etapa:

- Estudo da possibilidade de transformar IED em OED

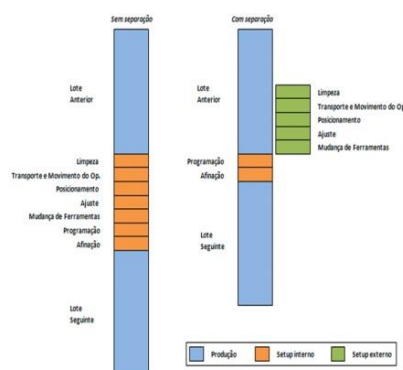
Quarta etapa:

- Melhoria suplementar das operações IED e OED:
 - Eliminação da regulação;
 - Melhoria dos métodos de aperto;
 - ...



EXEMPLO

Análise crítica:



C. Atividade de VA e VNA

Limpeza da purga do fuso e fieira

Tarefa	Ferramenta	VA	VNA	Observações
Deslocação			21	
Transporte			5,7	
Remover material	Barra de latão	410		Adquirir uma ferramenta para limpeza mais rápida
Tempo de Espera			15,9	
Remover material	Barra de latão	89		
Total		499	42,6	
Eficiência		92%		Acima da média

Limpar com rebarbadora cambio de filtros

Tarefa	Ferramenta	VA	VNA	Observações
Tempo de espera			98	
Limpar o chão			103	
Tempo de espera			46	
Limpar a zona da extrusora		79		
Rebarbar		127		
Tempo de espera			45	Início da purga
Total		206	292	
Eficiência		41%		Abaixo da média

Preparação do carrinho de ferramenta

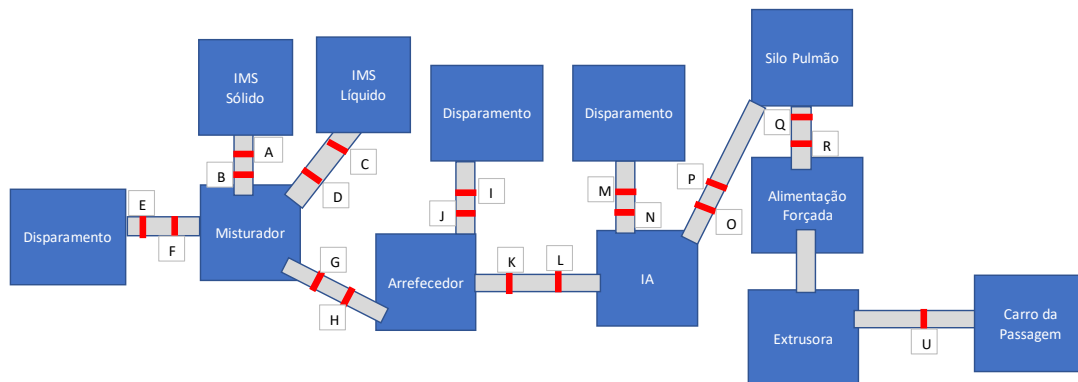
Tarefa	Ferramenta	VA	VNA	Observações
Colocar ferramenta no carrinho			151	Andar com o carrinho na recolha das ferramentas
Deslocação até ao armazém da manutenção			28	Ir só ao armazem quando fosse para a linha
Transporte de ferramentas para a oficina			89	Eliminar estes transporte
Colocar ferramenta no carrinho			97	
Total		0	365	
Eficiência		0%		Abaixo da média

Limpar fuso

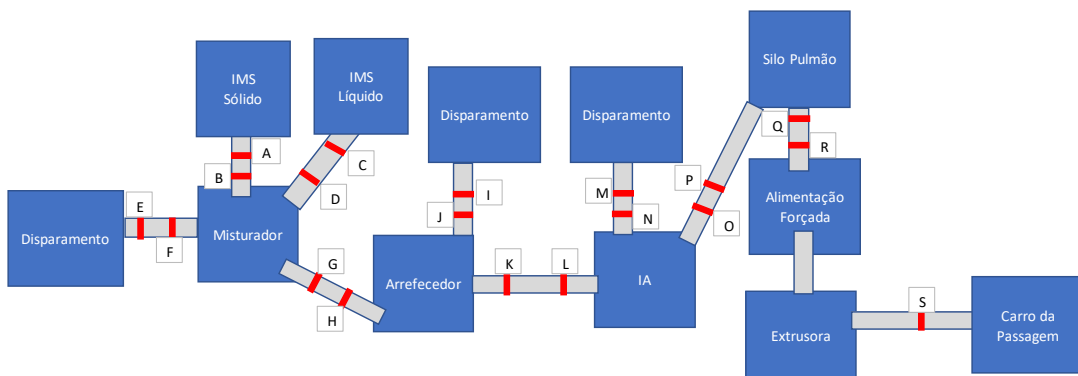
Tarefa	Ferramenta	VA	VNA	Observações
Tempo de espera			78	
Ir buscar ferramenta			95	
Limpar fuso		64		
Tempo de espera			82	
Total		64	255	
Eficiência		20%		Abaixo da média

D. Mapeamento das Abraçadeiras CB1

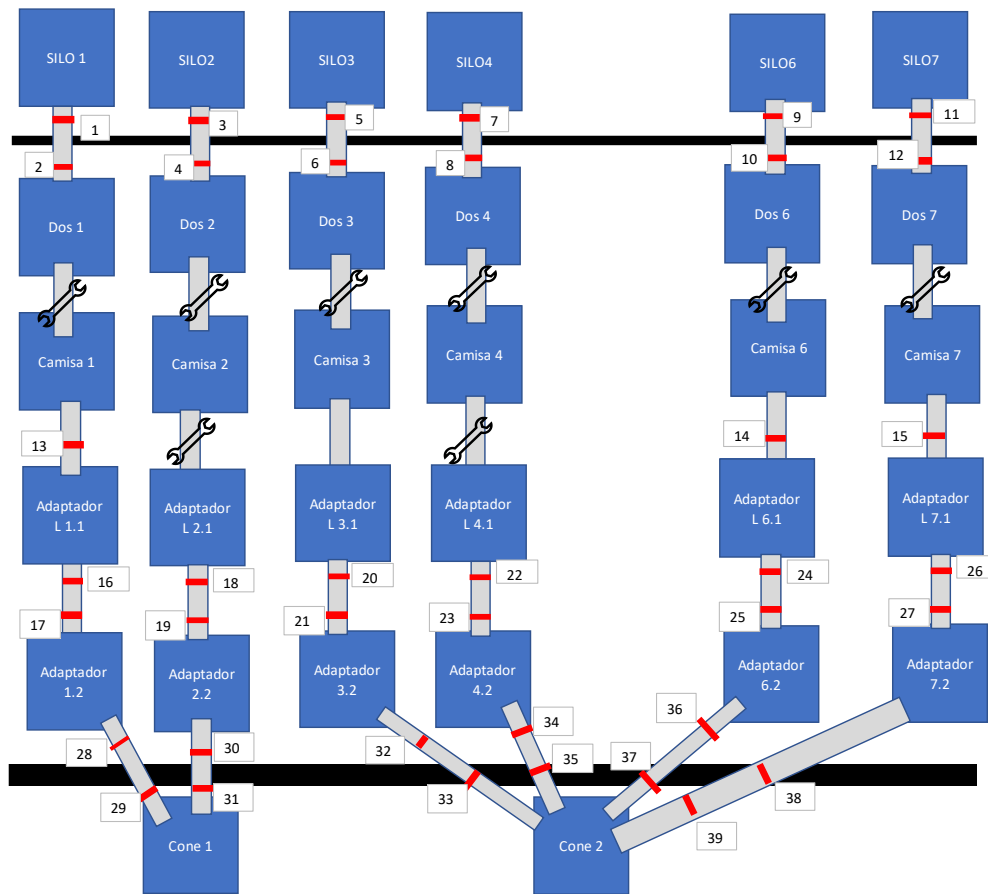
Linha 2



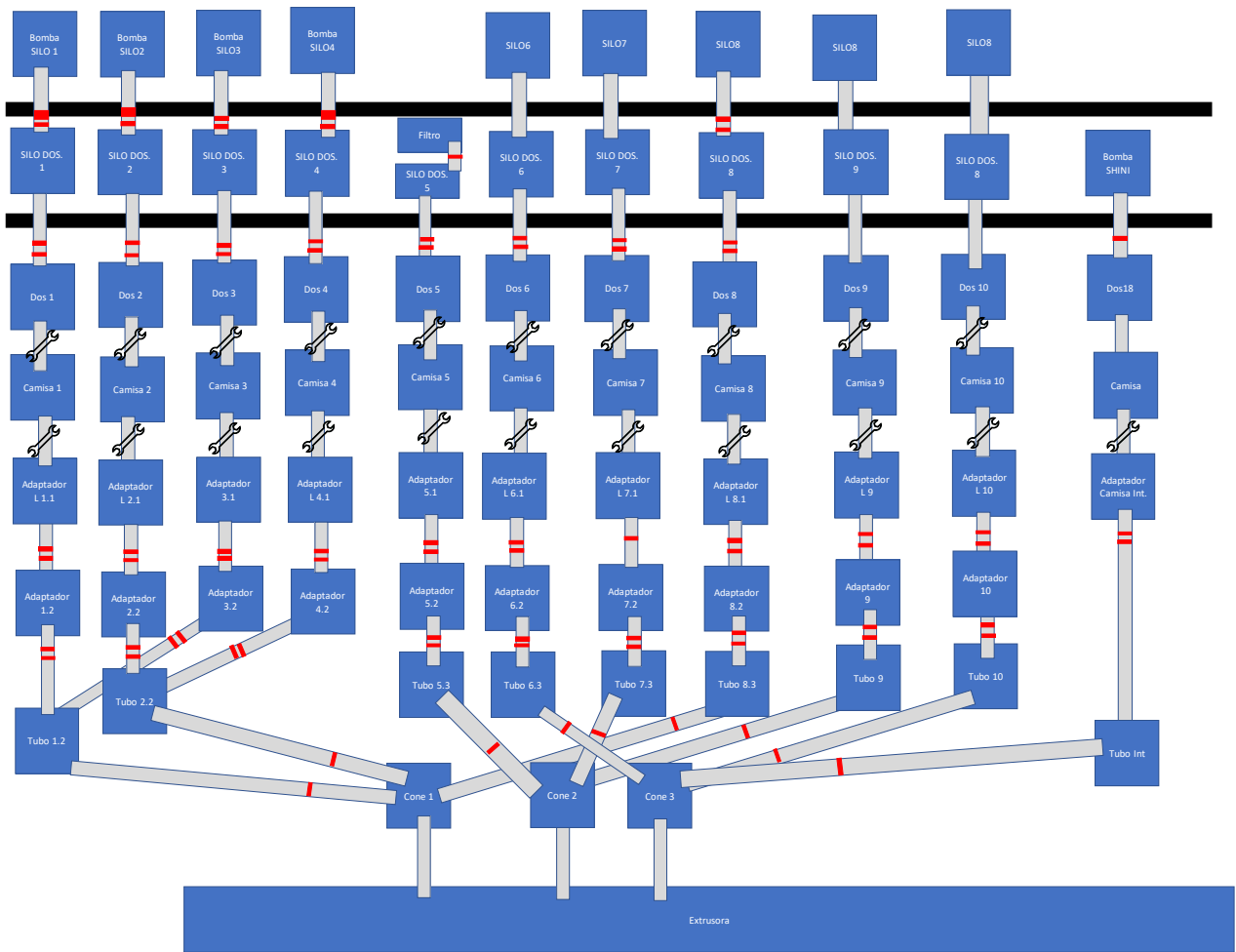
Linha 3



Linha 13



Linha 21



E. Registo das Abraçadeiras CB1 e CB 2

Linha 2 – CB1

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	1	1	IMSS-M	U	92	30	A.1.1.IMSS-M.U.30
A	1	1	IMSS-M	D	93	30	A.1.1.IMSS-M.D.30
A	1	1	IMSL-M	U	24,5	8	A.1.1.IMSL-M.U.8
A	1	1	IMSL-M	D	24,5	8	A.1.1.IMSL-M.D.8
A	1	1	DISP-M	U	48	16	A.1.1.DISP-M.U.16
A	1	1	DISP-M	D	48	16	A.1.1.DISP-M.D.16
A	1	1	M-A	U	104	34	A.1.1.M-A.U.34
A	1	1	M-A	D	104	34	A.1.1.M-A.D.34
A	1	1	DISP-A	U	47,5	16	A.1.1.DISP-A.U.16
A	1	1	DISP-A	D	47,5	16	A.1.1.DISP-A.D.16
A	1	0	A-IA	U	98	32	A.1.0.A-IA.U.32
A	1	0	A-IA	D	104	34	A.1.0.A-IA.D.34
A	1	1	SP-AL	C	74,5	24	A.1.1.SP-AL.C.24
A	1	0	DISP-IA	U	48	16	A.1.0.DISP-IA.U.16
A	1	0	DISP-IA	D	48	16	A.1.0.DISP-IA.D.16
A	1	0	IA-SP	U	28	9	A.1.0.IA-SP.U.9
A	1	0	IA-SP	D	28	9	A.1.0.IA-SP.D.9
A	1	0	EXT-CP	C	84	27	A.1.0.EXT-CP.C.27

Linha 3 – CB1

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	1	1	IMSS-M	U	88,5	29	A.1.1.IMSS-M.U.29
A	1	1	IMSS-M	D	91	29	A.1.1.IMSS-M.D.29
A	1	1	IMSL-M	U	23	8	A.1.1.IMSL-M.U.8
A	1	1	IMSL-M	D	23	8	A.1.1.IMSL-M.D.8
A	1	1	DISP-M	U	48,5	16	A.1.1.DISP-M.U.16
A	1	1	DISP-M	D	50	16	A.1.1.DISP-M.D.16
A	1	1	M-A	U	103	33	A.1.1.M-A.U.33
A	1	1	M-A	D	100	32	A.1.1.M-A.D.32
A	1	1	DISP-A	U	54	18	A.1.1.DISP-A.U.18
A	1	1	DISP-A	D	54	18	A.1.1.DISP-A.D.18
A	1	0	A-IA	U	99	32	A.1.0.A-IA.U.32
A	1	0	A-IA	D	100	32	A.1.0.A-IA.D.32
A	1	0	DISP-IA	D	52	17	A.1.0.DISP-IA.D.17
A	1	0	DISP-IA	U	52	17	A.1.0.DISP-IA.U.17
A	1	0	IA-SP	U	28	9	A.1.0.IA-SP.U.9
A	1	0	IA-SP	D	28	9	A.1.0.IA-SP.D.9
A	1	0	EXT-CP	C	82,5	27	A.1.0.EXT-CP.C.27

Linha 13 – CB1

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	13	1	D1	U	70	23	A.13.1.D1.U.23
A	13	1	D1	D	79,5	26	A.13.1.D1.D.26
A	13	1	D2	U	70	23	A.13.1.D2.U.23
A	13	1	D2	D	79,5	26	A.13.1.D2.D.26
A	13	1	D3	U	70	23	A.13.1.D3.U.23
A	13	1	D3	D	81	26	A.13.1.D3.D.26
A	13	1	D4	U	46	15	A.13.1.D4.U.15
A	13	1	D4	D	48,5	16	A.13.1.D4.D.16
A	13	1	D6	U	53	17	A.13.1.D6.U.17
A	13	1	D6	D	64,5	21	A.13.1.D6.D.21
A	13	1	D7	U	53,5	18	A.13.1.D7.U.18
A	13	1	D7	D	64,5	21	A.13.1.D7.D.21
A	13	1	C1-TU1	U	33	11	A.13.1.C1-TU1.U.11
A	13	1	C1-TU1	U	51	17	A.13.1.C1-TU1.U.17
A	13	1	TU1-AL1	D	51	17	A.13.1.TU1-AL1.D.17
A	13	1	TU1-AL1	D	51	17	A.13.1.TU1-AL1.D.17
A	13	1	C2-TU2	C	54	18	A.13.1.C2-TU2.C.18
A	13	1	TU2-AL2	U	54	18	A.13.1.TU2-AL2.U.18
A	13	1	TU2-AL2	D	54	18	A.13.1.TU2-AL2.D.18
A	13	1	C3-TU3	U	44	15	A.13.1.C3-TU3.U.15
A	13	1	C3-TU3	D	50	16	A.13.1.C3-TU3.D.16
A	13	1	TU3-AL3	U	52	17	A.13.1.TU3-AL3.U.17
A	13	1	TU3-AL3	D	52	17	A.13.1.TU3-AL3.D.17
A	13	1	C4-TU4	U	18	6	A.13.1.C4-TU4.U.6
A	13	1	C4-TU4	D	26,5	9	A.13.1.C4-TU4.D.9
A	13	1	TU4-AL4	U	29	10	A.13.1.TU4-AL4.U.10
A	13	1	TU4-AL4	D	29	10	A.13.1.TU4-AL4.D.10
A	13	1	C6-AL6	U	48	16	A.13.1.C6-AL6.U.16
A	13	1	C6-AL6	D	48	16	A.13.1.C6-AL6.D.16
A	13	1	C7-TU7	U	18	6	A.13.1.C7-TU7.U.6
A	13	1	C7-TU7	D	30	10	A.13.1.C7-TU7.D.10
A	13	1	TU7-AL7	U	24	8	A.13.1.TU7-AL7.U.8
A	13	1	TU7-AL7	D	27	9	A.13.1.TU7-AL7.D.9

Linha 18 – CB1

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	18	2	SD1	U	49	16	A.18.2.SD1.U.16
A	18	2	SD1	D	49	16	A.18.2.SD1.D.16
A	18	2	SD2	U	49	16	A.18.2.SD2.U.16
A	18	2	SD2	D	49	16	A.18.2.SD2.D.16
A	18	2	SD3	U	49	16	A.18.2.SD3.U.16
A	18	2	SD3	D	49	16	A.18.2.SD3.D.16
A	18	2	SD4	U	49	16	A.18.2.SD4.U.16
A	18	2	SD4	D	49	16	A.18.2.SD4.D.16
A	18	2	SD8	U	62,5	20	A.18.2.SD8.U.20
A	18	2	SD8	D	62,5	20	A.18.2.SD8.D.20
A	18	2	SD11	U	49	16	A.18.2.SD11.U.16
A	18	2	SD11	D	49	16	A.18.2.SD11.D.16
A	18	1	D1	U	36	12	A.18.1.D1.U.12
A	18	1	D1	D	51,5	17	A.18.1.D1.D.17
A	18	1	D2	U	36	12	A.18.1.D2.U.12
A	18	1	D2	D	51,5	17	A.18.1.D2.D.17
A	18	1	D3	U	53,5	18	A.18.1.D3.U.18
A	18	1	D3	D	64,5	21	A.18.1.D3.D.21
A	18	1	D4	U	53,5	18	A.18.1.D4.U.18
A	18	1	D4	D	64,5	21	A.18.1.D4.D.21
A	18	1	D5	U	53,5	18	A.18.1.D5.U.18
A	18	1	D5	D	80	26	A.18.1.D5.D.26
A	18	1	D6	U	53,5	18	A.18.1.D6.U.18
A	18	1	D6	D	80	26	A.18.1.D6.D.26
A	18	1	D7	U	65,5	21	A.18.1.D7.U.21
A	18	1	D7	D	80	26	A.18.1.D7.D.26
A	18	1	D8	U	52	17	A.18.1.D8.U.17
A	18	1	D8	D	64	21	A.18.1.D8.D.21
A	18	1	D11	U	53	17	A.18.1.D11.U.17
A	18	1	D11	D	63	21	A.18.1.D11.D.21
A	18	1	C1-TU1	U	23,5	8	A.18.1.C1-TU1.U-8
A	18	1	C1-TU1	D	29,5	10	A.18.1.C1-TU1.U-10
A	18	1	TU1-AL1	D	29	10	A.18.1.TU1-AL1.D-10
A	18	1	TU1-AL1	D	29	10	A.18.1.TU1-AL1.D-10
A	18	1	C2-TU2	U	23,5	8	A.18.1.C2-TU2.U-8
A	18	1	C2-TU2	D	27,5	9	A.18.1.C2-TU2.D-9
A	18	1	TU2-AL2	U	29	10	A.18.1.TU2-AL2.U-10
A	18	1	TU2-AL2	D	29	10	A.18.1.TU2-AL2.D-10
A	18	1	C3-TU3	U	39,5	13	A.18.1.C3-TU3.U-13
A	18	1	C3-TU3	D	49,5	16	A.18.1.C3-TU3.D-16
A	18	1	TU3-AL3	U	49,5	16	A.18.1.TU3-AL3.U-16
A	18	1	TU3-AL3	D		0	A.18.1.TU3-AL3.D-0
A	18	1	C4-TU4	U	39,5	13	A.18.1.C4-TU4.U-13
A	18	1	C4-TU4	D	49,5	16	A.18.1.C4-TU4.D-16
A	18	1	TU4-AL4	U	49,5	16	A.18.1.TU4-AL4.U-16
A	18	1	TU4-AL4	D		16	A.18.1.TU4-AL4.D-16
A	18	1	C5-TU5	U	53	17	A.18.1.C5-TU5.U-17
A	18	1	C5-TU5	D	65	21	A.18.1.C5-TU5.D-21
A	18	1	TU5-AL5	U	65	21	A.18.1.TU5-AL5.U-21
A	18	1	TU5-AL5	D	66	22	A.18.1.TU5-AL5.D-22
A	18	1	C6-TU6	U	54,5	18	A.18.1.C6-TU6.U-18
A	18	1	C6-TU6	D	63	21	A.18.1.C6-TU6.D-21
A	18	1	TU6-AL6	U	63	21	A.18.1.TU6-AL6.U-21
A	18	1	TU6-AL6	D	63	21	A.18.1.TU6-AL6.D-21
A	18	1	C7-TU7	U	53	17	A.18.1.C7-TU7.U-17
A	18	1	C7-TU7	D	64	21	A.18.1.C7-TU7.D-21
A	18	1	TU7-AL7	U	64	21	A.18.1.TU7-AL7.U-21
A	18	1	TU7-AL7	D	64	21	A.18.1.TU7-AL7.D-21
A	18	1	C8-TU8	U	37	12	A.18.1.C8-TU8.U-12
A	18	1	C8-TU8	D	49,5	16	A.18.1.C8-TU8.D-16
A	18	1	TU8-AL8	U	49,5	16	A.18.1.TU8-AL8.U-16
A	18	1	TU8-AL8	D	49	16	A.18.1.TU8-AL8.D-16
A	18	1	C11-TU11	U	37,5	12	A.18.1.C11-TU11.U-12
A	18	1	C11-TU11	D	49	16	A.18.1.C11-TU11.D-16
A	18	1	TU11-AL11	U	49	16	A.18.1.TU11-AL11.U-16
A	18	1	TU11-AL11	D	52,5	17	A.18.1.TU11-AL11.D-17
A	18	1	C18-AL18	U	32,5	11	A.18.1.C18-AL18.U-11
A	18	1	C18-AL18	D	30,5	10	A.18.1.C18-AL18.D-10

Linha 21 – CB1

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	21	2	SD1	U	50	16	A.21.2.SD1.U.16
A	21	2	SD1	D	50	16	A.21.2.SD1.D.16
A	21	2	SD2	U	50	16	A.21.2.SD2.U.16
A	21	2	SD2	D	50	16	A.21.2.SD2.D.16
A	21	2	SD3	U	49,5	16	A.21.2.SD3.U.16
A	21	2	SD3	D	49,5	16	A.21.2.SD3.D.16
A	21	2	SD4	U	50	16	A.21.2.SD4.U.16
A	21	2	SD4	D	50	16	A.21.2.SD4.D.16
A	21	2	SD9	U	64	21	A.21.2.SD9.U.21
A	21	2	SD9	D	64	21	A.21.2.SD9.D.21
A	21	2	SD10	U	63,5	21	A.21.2.SD10.U.21
A	21	2	SD10	D	63,5	21	A.21.2.SD10.D.21
A	21	1	D1	U	36	12	A.21.1.D1.U.12
A	21	1	D1	D	49,5	16	A.21.1.D1.D.16
A	21	1	D2	U	36	12	A.21.1.D2.U.12
A	21	1	D2	D	49,5	16	A.21.1.D2.D.16
A	21	1	D3	U	53	17	A.21.1.D3.U.17
A	21	1	D3	D	66	22	A.21.1.D3.D.22
A	21	1	D4	U	53	17	A.21.1.D4.U.17
A	21	1	D4	D	66	22	A.21.1.D4.D.22
A	21	1	D5	U	53	17	A.21.1.D5.U.17
A	21	1	D5	D	64	21	A.21.1.D5.D.21
A	21	1	D6	U	63	21	A.21.1.D6.U.21
A	21	1	D6	D	81	26	A.21.1.D6.D.26
A	21	1	D7	U	64	21	A.21.1.D7.U.21
A	21	1	D7	D	81	26	A.21.1.D7.D.26
A	21	1	D8	U	64	21	A.21.1.D8.U.21
A	21	1	D8	D	81	26	A.21.1.D8.D.26
A	21	1	D9	U	36	12	A.21.1.D9.U.12
A	21	1	D9	D	49,5	16	A.21.1.D9.D.16
A	21	1	D10	U	36	12	A.21.1.D10.U.12
A	21	1	D10	D	49,5	16	A.21.1.D10.D.16
A	21	1	C1-TU1	U	19	7	A.21.1.C1-TU1.U-7
A	21	1	C1-TU1	U	29	10	A.21.1.C1-TU1.U-10
A	21	1	TU1-AL1	D	29	10	A.21.1.TU1-AL1.D-10
A	21	1	TU1-AL1	D	29	10	A.21.1.TU1-AL1.D-10
A	21	1	C2-TU2	U	19	7	A.21.1.C2-TU2.U-7
A	21	1	C2-TU2	D	29	10	A.21.1.C2-TU2.D-10
A	21	1	TU2-AL2	U	29	10	A.21.1.TU2-AL2.U-10
A	21	1	TU2-AL2	D	29	10	A.21.1.TU2-AL2.D-10
A	21	1	C3-TU3	U	36,5	12	A.21.1.C3-TU3.U-12
A	21	1	C3-TU3	D	48,5	16	A.21.1.C3-TU3.D-16
A	21	1	TU3-AL3	U	48,5	16	A.21.1.TU3-AL3.U-16
A	21	1	TU3-AL3	D	48,5	16	A.21.1.TU3-AL3.D-16
A	21	1	C4-TU4	U	36,5	12	A.21.1.C4-TU4.U-12
A	21	1	C4-TU4	D	48,5	16	A.21.1.C4-TU4.D-16
A	21	1	TU4-AL4	U	48,5	16	A.21.1.TU4-AL4.U-16
A	21	1	TU4-AL4	D	48,5	16	A.21.1.TU4-AL4.D-16
A	21	1	C5-TU5	U	37	12	A.21.1.C5-TU5.U-12
A	21	1	C5-TU5	D	48,5	16	A.21.1.C5-TU5.D-16
A	21	1	TU5-AL5	U	48,5	16	A.21.1.TU5-AL5.U-16
A	21	1	TU5-AL5	D	48,5	16	A.21.1.TU5-AL5.D-16
A	21	1	C6-AL6	U	54	18	A.21.1.C6-AL6.U-18
A	21	1	C6-AL6	D	65	21	A.21.1.C6-AL6.D-21
A	21	1	C6-AL6	U	65	21	A.21.1.C6-AL6.U-21
A	21	1	C6-AL6	D	65	21	A.21.1.C6-AL6.D-21
A	21	1	C7-TU7	U	53,5	18	A.21.1.C7-TU7.U-18
A	21	1	C7-TU7	D	65	21	A.21.1.C7-TU7.D-21
A	21	1	TU7-AL7	U	65	21	A.21.1.TU7-AL7.U-21
A	21	1	TU7-AL7	D	65	21	A.21.1.TU7-AL7.D-21
A	21	1	C8-TU8	U	53,5	18	A.21.1.C8-TU8.U-18
A	21	1	C8-TU8	D	65	21	A.21.1.C8-TU8.D-21
A	21	1	TU8-AL8	U	65	21	A.21.1.TU8-AL8.U-21
A	21	1	TU8-AL8	D	65	21	A.21.1.TU8-AL8.D-21
A	21	1	C9-TU9	U	20,5	7	A.21.1.C9-TU9.U-7
A	21	1	C9-TU9	D	27	9	A.21.1.C9-TU9.D-9
A	21	1	TU9-AL9	U	28,5	10	A.21.1.TU9-AL9.U-10
A	21	1	TU9-AL9	D	28,5	10	A.21.1.TU9-AL9.D-10
A	21	1	C10-TU10	C	20	7	A.21.1.C10-TU10.C-7
A	21	1	C10-TU10	C	28	9	A.21.1.C10-TU10.C-9
A	21	1	TU10-AL10	U	28	9	A.21.1.TU10-AL10.U-9
A	21	1	TU10-AL10	D	28	9	A.21.1.TU10-AL10.D-9

Linha 5 – CB2

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	5	1	IMSS-M	U	90	29	A.5.1.IMSS-M.U.29
A	5	1	IMSS-M	D	91	29	A.5.1.IMSS-M.D.29
A	5	1	DESP-M	U	50	16	A.5.1.DESP-M.U.16
A	5	1	DESP-M	D	50	16	A.5.1.DESP-M.D.16
A	5	1	IMSL-M	U	19	7	A.5.1.IMSL-M.U.7
A	5	1	IMSL-M	D	18	6	A.5.1.IMSL-M.D.6
A	5	1	IMSL-M	U	18	6	A.5.1.IMSL-M.U.6
A	5	1	IMSL-M	D	18	6	A.5.1.IMSL-M.D.6
A	5	1	IMSL-M	U	19	7	A.5.1.IMSL-M.U.7
A	5	1	IMSL-M	D	19	7	A.5.1.IMSL-M.D.7
A	5	1	M-A	U	102	33	A.5.1.M-A.U.33
A	5	1	M-A	D	102	33	A.5.1.M-A.D.33
A	5	1	DESP-A	U	50	16	A.5.1.DESP-A.U.16
A	5	1	DESP-A	D	50	16	A.5.1.DESP-A.D.16
A	5	1	A-IA	U	70	23	A.5.1.A-IA.U.23
A	5	1	A-IA	D	70	23	A.5.1.A-IA.D.23
A	5	0	IA-SP	U	19	7	A.5.0.IA-SP.U.7
A	5	0	IA-SP	D	19	7	A.5.0.IA-SP.D.7
A	5	0	DESP-IA	U	47	15	A.5.0.DESP-IA.U.15
A	5	0	DESP-IA	D	47	15	A.5.0.DESP-IA.D.15
A	5	1	ASP-SP	C	50	16	A.5.1.ASP-SP.C.16
A	5	1	SP-ALIM	U	88	29	A.5.1.SP-ALIM.U.29
A	5	1	SP-ALIM	D	90	29	A.5.1.SP-ALIM.D.29
A	5	0	VT-CORTE	U	51	17	A.5.0.VT-CORTE.U.17
A	5	0	VT-CORTE	D	51	17	A.5.0.VT-CORTE.D.17
A	5	0	EXT-CP	C	52,5	17	A.5.0.EXT-CP.C.17
A	5	0	SIST. REF.	U	100	32	A.5.0.SIST. REF..U.32
A	5	0	SIST. REF.	D	100	32	A.5.0.SIST. REF..D.32
A	5	0	SIST. TRANSP.	U	51	17	A.5.0.SIST. TRANSP..U.17
A	5	0	SIST. TRANSP.	D	51	17	A.5.0.SIST. TRANSP..D.17

Linha 6 – CB2

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	6	1	IMSS-M	U		0	A.6.1.IMSS-M.U.0
A	6	1	IMSS-M	D		0	A.6.1.IMSS-M.D.0
A	6	1	DESP-M	U	48	16	A.6.1.DESP-M.U.16
A	6	1	DESP-M	D	48	16	A.6.1.DESP-M.D.16
A	6	1	ASP-M	C	50	16	A.6.1.ASP-M.C.16
A	6	1	IMSL-M	U	19	7	A.6.1.IMSL-M.U.7
A	6	1	IMSL-M	D	19	7	A.6.1.IMSL-M.D.7
A	6	1	IMSL-M	U	19	7	A.6.1.IMSL-M.U.7
A	6	1	IMSL-M	D	19	7	A.6.1.IMSL-M.D.7
A	6	1	IMSL-M	U	19	7	A.6.1.IMSL-M.U.7
A	6	1	IMSL-M	D	19	7	A.6.1.IMSL-M.D.7
A	6	1	M-A	U	102	33	A.6.1.M-A.U.33
A	6	1	M-A	D	102	33	A.6.1.M-A.D.33
A	6	1	DESP-IA	U	47,5	16	A.6.1.DESP-IA.U.16
A	6	1	DESP-IA	D	47,5	16	A.6.1.DESP-IA.D.16
A	6	1	A-IA	U	103	33	A.6.1.A-IA.U.33
A	6	1	A-IA	D	103	33	A.6.1.A-IA.D.33
A	6	1	ASP-SP	C	51	17	A.6.1.ASP-SP.C.17
A	6	1	SP-AL	U	81	26	A.6.1.SP-AL.U.26
A	6	1	SP-AL	D	84	27	A.6.1.SP-AL.D.27
A	6	0	EXT-CP	C	50	16	A.6.0.EXT-CP.C.16
A	6	0	ARREF. TAR-TAR	C	69	22	A.6.0.ARREF. TAR-TAR.C.22
A	6	0	SIST. TRANSP	C	55	18	A.6.0.SIST. TRANSP.C.18

Linha 7 – CB2

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	7	1	IMSS-M	U	92	30	A.7.1.IMSS-M.U.30
A	7	1	IMSS-M	D	92	30	A.7.1.IMSS-M.D.30
A	7	1	DESP-M	U	54	18	A.7.1.DESP-M.U.18
A	7	1	DESP-M	D	54	18	A.7.1.DESP-M.D.18
A	7	1	ASP-M	C	49	16	A.7.1.ASP-M.C.16
A	7	1	IMSL-M	U	18,5	6	A.7.1.IMSL-M.U.6
A	7	1	IMSL-M	D	18,5	6	A.7.1.IMSL-M.D.6
A	7	1	IMSL-M	U	18,5	6	A.7.1.IMSL-M.U.6
A	7	1	IMSL-M	D	18,5	6	A.7.1.IMSL-M.D.6
A	7	1	IMSL-M	U	18,5	6	A.7.1.IMSL-M.U.6
A	7	1	IMSL-M	D	18,5	6	A.7.1.IMSL-M.D.6
A	7	1	DESP-A	U	52	17	A.7.1.DESP-A.U.17
A	7	1	DESP-A	D	50	16	A.7.1.DESP-A.D.16
A	7	1	DESP-IA	U	49	16	A.7.1.DESP-IA.U.16
A	7	1	DESP-IA	D	49	16	A.7.1.DESP-IA.D.16
A	7	1	M-A	U	103,5	33	A.7.1.M-A.U.33
A	7	1	M-A	D	103,5	33	A.7.1.M-A.D.33
A	7	1	ASP-SP	C	49	16	A.7.1.ASP-SP.C.16
A	7	0	VT-CORTE	U	49	16	A.7.0.VT-CORTE.U.16
A	7	0	VT-CORTE	D	49	16	A.7.0.VT-CORTE.D.16
A	7	0	EXT-CP	C	83,5	27	A.7.0.EXT-CP.C.27

Linha 8 – CB2

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	8	1	IMSS-M	U		0	A.8.1.IMSS-M.U.0
A	8	1	IMSS-M	D		0	A.8.1.IMSS-M.D.0
A	8	1	ASP-M	C	49	16	A.8.1.ASP-M.C.16
A	8	1	DESP-M	U	49,5	16	A.8.1.DESP-M.U.16
A	8	1	DESP-M	D		0	A.8.1.DESP-M.D.0
A	8	1	IMSL-M	U	19,5	7	A.8.1.IMSL-M.U.7
A	8	1	IMSL-M	D	19,5	7	A.8.1.IMSL-M.D.7
A	8	1	DESP-A	U	49,5	16	A.8.1.DESP-A.U.16
A	8	1	DESP-A	D	49,5	16	A.8.1.DESP-A.D.16
A	8	1	M-A	U	103	33	A.8.1.M-A.U.33
A	8	1	M-A	D		0	A.8.1.M-A.D.0
A	8	1	DESP-IA	U	49,5	16	A.8.1.DESP-IA.U.16
A	8	1	DESP-IA	D	49,5	16	A.8.1.DESP-IA.D.16
A	8	1	A-IA	U	104	34	A.8.1.A-IA.U.34
A	8	1	A-IA	D	102,5	33	A.8.1.A-IA.D.33
A	8	1	IA-SP	U	19	7	A.8.1.IA-SP.U.7
A	8	1	IA-SP	D	19	7	A.8.1.IA-SP.D.7
A	8	2	ASP-SP	C	49	16	A.8.2.ASP-SP.C.16
A	8	1	D2	U	27	9	A.8.1.D2.U.9
A	8	1	D2	D	27	9	A.8.1.D2.D.9
A	8	1	DESP-D3	U	34	11	A.8.1.DESP-D3.U.11
A	8	1	DESP-D3	D	34	11	A.8.1.DESP-D3.D.11
A	8	1	DESP-D4	U	34	11	A.8.1.DESP-D4.U.11
A	8	1	DESP-D4	D	34	11	A.8.1.DESP-D4.D.11
A	8	1	D4	U	54,5	18	A.8.1.D4.U.18
A	8	1	D4	D	65,5	21	A.8.1.D4.D.21
A	8	1	D2	U	54,5	18	A.8.1.D2.U.18
A	8	1	D2	D	65,5	21	A.8.1.D2.D.21
A	8	1	D1	U	65	21	A.8.1.D1.U.21
A	8	1	D1	D	83	27	A.8.1.D1.D.27
A	8	1	D3	C	49	16	A.8.1.D3.C.16
A	8	0	SIST TRANSP	U	54	18	A.8.0.SIST TRANSP.U.18
A	8	0	SIST TRANSP	D	54	18	A.8.0.SIST TRANSP.D.18
A	8	0	DESP TAR	C	50	16	A.8.0.DESP TAR.C.16
A	8	0	DESP TAR	C	50	16	A.8.0.DESP TAR.C.16
A	8	0	BASE SH		34	11	A.8.0.BASE SH..11
A	8	0	SH-SIST TRANSP		67	22	A.8.0.SH-SIST TRANSP..22
A	8	2	SBAL-BAL	U	51,5	17	A.8.2.SBAL-BAL.U.17
A	8	2	SBAL-BAL	D	51,5	17	A.8.2.SBAL-BAL.D.17

Linha 9 – CB2

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	9	1	IMSS-M	U	92	30	A.9.1.IMSS-M.U.30
A	9	1	IMSS-M	D	92	30	A.9.1.IMSS-M.D.30
A	9	1	ASP-M	C	52	17	A.9.1.ASP-M.C.17
A	9	1	DESP-M	U	52	17	A.9.1.DESP-M.U.17
A	9	1	DESP-M	D	52	17	A.9.1.DESP-M.D.17
A	9	1	IMSL-M	U	18,5	6	A.9.1.IMSL-M.U.6
A	9	1	IMSL-M	D	18,5	6	A.9.1.IMSL-M.D.6
A	9	1	DESP-A	U	49,5	16	A.9.1.DESP-A.U.16
A	9	1	DESP-A	D	49,5	16	A.9.1.DESP-A.D.16
A	9	1	M-A	U	99	32	A.9.1.M-A.U.32
A	9	1	DESP-IA	U	49,5	16	A.9.1.DESP-IA.U.16
A	9	1	DESP-IA	D	49,5	16	A.9.1.DESP-IA.D.16
A	9	1	A-IA	U	104	34	A.9.1.A-IA.U.34
A	9	1	A-IA	D	102,5	33	A.9.1.A-IA.D.33
A	9	1	IA-SP	U	19	7	A.9.1.IA-SP.U.7
A	9	1	IA-SP	D	19	7	A.9.1.IA-SP.D.7
A	9	2	ASP-SP	C	50	16	A.9.2.ASP-SP.C.16
A	9	1	ASP-SP	C	50	16	A.9.1.ASP-SP.C.16
A	9	0	SH-SIST TRANSP	C	66	22	A.9.0.SH-SIST TRANSP.C.22
A	9	0	SIST TRANSP	C	55	18	A.9.0.SIST TRANSP.C.18
A	9	0	ASP-SH	C	49,5	16	A.9.0.ASP-SH.C.16
A	9	2	SBAL-BAL	U	50	16	A.9.2.SBAL-BAL.U.16
A	9	2	SBAL-BAL	D	50	16	A.9.2.SBAL-BAL.D.16

Linha 11 – CB2

Objeto	Linha	Piso	Equipamento	uper/down/centre	Perímetro	Diâmetro	Código
A	11	1	IMSS-M	U		0	A.11.1.IMSS-M.U.0
A	11	1	IMSS-M	D		0	A.11.1.IMSS-M.D.0
A	11	1	IMSL-M	U	18,5	6	A.11.1.IMSL-M.U.6
A	11	1	IMSL-M	D		0	A.11.1.IMSL-M.D.0
A	11	1	DESP-M	U	50,5	17	A.11.1.DESP-M.U.17
A	11	1	DESP-M	D	50,5	17	A.11.1.DESP-M.D.17
A	11	1	ASP-M	C	50	16	A.11.1.ASP-M.C.16
A	11	1	DESP-A	U	50	16	A.11.1.DESP-A.U.16
A	11	1	DESP-A	D	50	16	A.11.1.DESP-A.D.16
A	11	1	M-A	U	85	28	A.11.1.M-A.U.28
A	11	1	M-A	D	85	28	A.11.1.M-A.D.28
A	11	1	A-IA	U	85,5	28	A.11.1.A-IA.U.28
A	11	1	A-IA	D	85,5	28	A.11.1.A-IA.D.28
A	11	1	DESP-IA	U	48	16	A.11.1.DESP-IA.U.16
A	11	1	DESP-IA	D	48	16	A.11.1.DESP-IA.D.16
A	11	1	ASP-SP	C	44,5	15	A.11.1.ASP-SP.C.15
A	11	1	D1	U	54	18	A.11.1.D1.U.18
A	11	1	D1	D	68	22	A.11.1.D1.D.22
A	11	1	D3	U	54	18	A.11.1.D3.U.18
A	11	1	D3	D	68	22	A.11.1.D3.D.22
A	11	1	C1-TU	U	28	9	A.11.1.C1-TU.U.9
A	11	1	C1-TU	D	49	16	A.11.1.C1-TU.D.16
A	11	1	TU1-AL	U	49	16	A.11.1.TU1-AL.U.16
A	11	1	TU1-AL	D	49	16	A.11.1.TU1-AL.D.16
A	11	1	C3-TU	U	37,5	12	A.11.1.C3-TU.U.12
A	11	1	C3-TU	D	52	17	A.11.1.C3-TU.D.17
A	11	1	TU3-AL	U	48	16	A.11.1.TU3-AL.U.16
A	11	1	TU3-AL	D	48	16	A.11.1.TU3-AL.D.16
A	11	0	SH-SIST. TRANSP.	U	67	22	A.11.0.SH-SIST. TRANSP..U.22
A	11	0	SH-SIST. TRANSP.	D	67	22	A.11.0.SH-SIST. TRANSP..D.22
A	11	0	SIST.TRANSF	U	55	18	A.11.0.SIST.TRANSF.U.18
A	11	0	SIST.TRANSF	D	55	18	A.11.0.SIST.TRANSF.D.18
A	11	2	SBAL-BAL	U	50	16	A.11.2.SBAL-BAL.U.16
A	11	2	SBAL-BAL	D	50	16	A.11.2.SBAL-BAL.D.16
A	11	2	ASP- BAL	C	49	16	A.11.2.ASP- BAL.C.16

F. Ferramentas das bancadas das linhas

Linha 1

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Borrifador Produto de Limpeza	Misturador	Desengordurar Equipamentos
	Arrefecedor	
Escova de Arame	Crivo	Limpeza do Crivo
	Arrefecedor	Limpeza do Rigorosa
Panos + Gasóleo	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	Limpeza Rigorosa do Equipamento
	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	
Ar Comprimido	Misturador	Soprar Sujidade
	Arrefecedor	
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	
	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	
Espátula	Misturador	Retirar Material Agarrado
	Arrefecedor	
	Crivo	
	Corte	
Sextavada de 17 mm	Corte	Retirar o Crivo
	Arrefecedor	Óculo Válvula de Descarga
Vara de Latão	Silo pulmão	Limpeza do Cone da Alimentação
Vara de Ferro	Corte	Limpeza da cabeça de corte
Barra de Ferro	Corte	Retirar o Crivo
Barra de Ferro Pequena	Corte	Retirar/Apertar as Lâminas
Luvras	Corte	EPI
Alicate Universal	Corte	Retirar Redes do Crivo
Spray de Alumínio	Corte	Colocar os Parafusos que Seguram a Feira
Selador de Juntas	Corte	Vedar o Vácuo
Sextavada de 4 mm	Corte	Lâminas e Sensores
Chave de O ring	Tubo Óleo	Desacoplar o Tubo do Óleo
Chave Sextavada de 8 mm	Tubo Óleo	Apertar tubo óleo na Flange
Chave Sextavada de 6 mm	Misturador	Abraçadeira IMS para Misturador
	Arrefecedor	Abraçadeira Misturador para Arrefecedor
	Tremonha do Arrefecedor	Abraçadeira Arrefecedor para Tremonha do Arrefecedor
	Silo Pulmão	Manga de Descarga do Silo
	Silo Pulmão	Portas Laterais do Silo
Chave Sextavada Exterior de 7	Misturador	Despoeiramento
	Arrefecedor	Despoeiramento
	Tremonha do Arrefecedor	Despoeiramento
Chave de Bocas de 24	Tremonha do Arrefecedor	Desmontar a Tubagem de Transporte
Chave de Roquete 19	Silo Pulmão	Cortinas
Maço Thor	Crivos	Tirar Crivos
	Silo da Balança	Bater no Batente do Silo da Balança
Berbequim	Feira	Brocar a Feira
	Cabeça da Extrusora	Limpeza da cabeça da extrusora
Broca x mm	Feira	Brocar a Feira
Chave de Fendas	Redes	Auxílio da retirada de redes
	Crivos	Limpeza dos Crivos
	Vácuo	Auxílio na Limpeza do Vácuo
	Sem Fim	

Linha 2

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Borrifador Produto de Limpeza	Misturador	Desengordurar Equipamentos
	Arrefecedor	
Escova de Arame	Crivo	Limpeza do Crivo
	Arrefecedor	Limpeza do Rigorosa
Panos + Gasóleo	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	Limpeza Rigorosa do Equipamento
	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	
Ar Comprimido	Misturador	Soprar Sujidade
	Arrefecedor	
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	
	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	
Espátula	Misturador	Retirar Material Agarrado
	Arrefecedor	
	Crivo	
	Corte	
Sextavada de 17 mm	Corte	Retirar o Crivo
	Arrefecedor	Óculo Válvula de Descarga
Vara de Latão	Silo pulmão	Limpeza do Cone da Alimentação
Vara de Ferro	Corte	Limpeza da cabeça de corte
Barra de Ferro	Corte	Retirar o Crivo
Barra de Ferro Pequena	Corte	Retirar/Apertar as Lâminas
Luvas	Corte	EPI
Alicate Universal	Corte	Retirar Redes do Crivo
Spray de Alumínio	Corte	Colocar os Parafusos que Seguram a Fieira
Selador de Juntas	Corte	Vedar o Vácuo
Sextavada de 4 mm	Corte	Lâminas e Sensores
Chave de O ring	Tubo Óleo	Desacoplar o Tubo do Óleo
Chave Sextavada de 8 mm	Tubo Óleo	Apertar tubo óleo na Flange
Chave Sextavada de 6 mm	Misturador	Abraçadeira IMS para Misturador
	Arrefecedor	Abraçadeira Misturador para Arrefecedor
	Tremonha do Arrefecedor	Abraçadeira Arrefecedor para Tremonha do Arrefecedor
	Silo Pulmão	Manga de Descarga do Silo
	Silo Pulmão	Portas Laterais do Silo
Chave Sextavada Exterior de 7	Misturador	Despoeiramento
	Arrefecedor	Despoeiramento
	Tremonha do Arrefecedor	Despoeiramento
Chave de Bocas de 24	Tremonha do Arrefecedor	Desmontar a Tubagem de Transporte
Chave de Roquete 19	Silo Pulmão	Cortinas
Maço Thor	Crivos	Tirar Crivos
	Silo da Balança	Bater no Batente do Silo da Balança
Berbequim	Fieira	Brocar a Fieira
	Cabeça da Extrusora	Limpeza da cabeça da extrusora
Chave de Fendas	Redes	Auxílio da retirada de redes
	Crivos	Limpeza dos Crivos
	Vácuo	Auxílio na Limpeza do Vácuo
	Sem Fim	

Linha 3

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Borrifador Produto de Limpeza	Misturador	Desengordurar Equipamentos
	Arrefecedor	
Escova de Arame	Crivo	Limpeza do Crivo
	Arrefecedor	Limpeza do Rigorosa
Panos + Gasóleo	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	Limpeza Rigorosa do Equipamento
	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	
Ar Comprimido	Misturador	Soprar Sujidade
	Arrefecedor	
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	
	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	
Espátula	Misturador	Retirar Material Agarrado
	Arrefecedor	
	Crivo	
	Corte	
Sextavada de 17 mm	Corte	Retirar o Crivo
	Arrefecedor	Óculo Válvula de Descarga
Vara de Latão	Silo pulmão	Limpeza do Cone da Alimentação
Vara de Ferro	Corte	Limpeza da cabeça de corte
Barra de Ferro	Corte	Retirar o Crivo
Barra de Ferro Pequena	Corte	Retirar/Apertar as Lâminas
Luvas	Corte	EPI
Alicate Universal	Corte	Retirar Redes do Crivo
Spray de Alumínio	Corte	Colocar os Parafusos que Seguram a Fieira
Selador de Juntas	Corte	Vedar o Vácuo
Sextavada de 4 mm	Corte	Lâminas e Sensores
Chave de O ring	Tubo Óleo	Desacoplar o Tubo do Óleo
Chave Sextavada de 8 mm	Tubo Óleo	Apertar tubo óleo na Flange
Chave Sextavada de 6 mm	Misturador	Abraçadeira IMS para Misturador
	Arrefecedor	Abraçadeira Misturador para Arrefecedor
	Tremonha do Arrefecedor	Abraçadeira Arrefecedor para Tremonha do Arrefecedor
	Silo Pulmão	Manga de Descarga do Silo
	Silo Pulmão	Portas Laterais do Silo
Chave Sextavada Exterior de 7	Misturador	Despoeiramento
	Arrefecedor	Despoeiramento
	Tremonha do Arrefecedor	Despoeiramento
Chave de Bocas de 24	Tremonha do Arrefecedor	Desmontar a Tubagem de Transporte
Chave de Roquete 19	Silo Pulmão	Cortinas
Maço Thor	Crivos	Tirar Crivos
	Silo da Balança	Bater no Batente do Silo da Balança
Berbequim	Fieira	Brocar a Fieira
	Cabeça da Extrusora	Limpeza da cabeça da extrusora
Chave de Fendas	Redes	Auxílio da retirada de redes
	Crivos	Limpeza dos Crivos
	Vácuo	Auxílio na Limpeza do Vácuo
	Sem Fim	

Linha 5

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Borrifador Produto de Limpeza	Misturador	Desengordurar equipamentos
	Arrefecedor	
Escova de Arame	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	Esfregar equipamentos
	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	
	Arrefecedor	
Espátula	Corte	Retirar Material agarrado às Paredes das Máquinas
	Misturador	
	Arrefecedor	
Sextavada de 6 mm	Corte	Manga
	Misturador	
	Arrefecedor	
Sextavada de 17 mm	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	
Vara de Latão	Corte	Retirar o Crivo
Vara de Ferro	Silo pulmão	Limpeza do Cone da Alimentação
Barra de Ferro	Corte	Limpeza da Cabeça do Corte
Barra de Ferro Pequena	Corte	Retirar o Crivo
Maço de Borracha	Corte	Retirar/Apertar as Lâminas
Luvas	Balança de Ensaque	Bater no Silo para cair os restos de grão
Alicate	Corte	EPI
Spray de Alumínio	Corte	Retirar redes do Crivo
Selador de Juntas	Corte	Colocar nos parafusos que seguram a feira
Sextavada 4 mm	Corte	Vedar o Vácuo
		Lâminas e sensores.

Linha 6

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Borrifador Produto de Limpeza	Misturador	Desengordurar equipamentos
	Arrefecedor	
Escova de Arame	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	Esfregar equipamentos
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	
	Corte	
Espátula	Misturador	Retirar Material agarrado às Paredes das Máquinas
	Arrefecedor	
	Corte	
Sextavada 6 mm	Misturador	Manga
	Arrefecedor	Manga da Válvula Guilhotina para o Cone
	Silo pulmão	
Sextavada 8 mm	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	Óculo
	Tremonha da Alimentação	Abrir porta lateral da tremonha de Alimentação
Maço de Borracha	Balança de Ensaque	Bater no Silo para cair os restos de grão.
Chave Bocas 17 mm	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	Óculo
Roqueta de 36 mm	Corte	Abrir a Porta do Corte
Desmontador de Fieira L6	Corte	Desmontar Fieira L6
Chave Sextavada 17 mm	Corte	Montar/Desmontar o Crivo
Luvas Térmicas	Corte	EPI
Alicate	Corte	Tirar as redes
Spray de Universal	Corte	Colocar nos parafusos da Fieira
Vedante Vácuo	Sistema de Vácuo	Ajuda a vedar o vácuo

Linha 7

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Borrifador Produto de Limpeza	Misturador	Desengordurar equipamentos
	Arrefecedor	
Escova de Arame	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	Esfregar equipamentos
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	
	Corte	
Espátula	Misturador	Retirar Material agarrado às Paredes das Máquinas
	Arrefecedor	
	Corte	
Sextavada 6 mm	Misturador	Manga
	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	
	Silo pulmão	Manga do Silo pulmão para Extrusora
Chave Sextavada Exterior 7 mm	Corte	Limpar o Vácuo
	Mangas Doseadores Brabender	Abrir Mangas Doseadores Brabender
Maço de Borracha	Balança de Ensaque	Bater no Silo da Balança
Chave Sextavada 17 mm	Corte	Montar o Crivo
Luvas	Corte	EPI
Alicate	Corte	Tirar as redes
Spray de Alumínio	Corte	Colocar nos parafusos da Fieira
Desmonta Crivos L7	Corte	Desmontar os Crivos
Selador de Juntas	Corte	Vácuo
Espátula Grande de Latão	Corte	Limpeza

Linha 8

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Borrifador Produto de Limpeza	Misturador	Desengordurar equipamentos
	Arrefecedor	
	Doseador Brabender	
Escova de Arame	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	Esfregar equipamentos
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	
Espátula	Misturador	Retirar Material agarrado às Paredes das Máquinas
	Arrefecedor	
Sextavada 6 mm	Misturador	Manga de Descarga dos Sólidos.
	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	Manga
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	Manga
Sextavada Exterior de 7 mm	Arrefecedor	Tubo de Despoeiramento
	Doseador Brabender	Mangas
Chave de Bocas de 13 mm	Doseador Brabender	Tampa Superior do Doseador
Chave de Fendas	Doseador Brabender	Colocar a Chave de Fendas no motor de acionamento do fuso
	Limpeza da Tarara	Abrir Braçadeira da Tubagem de Transporte
Maço de Borracha	Balança de Ensaque	Bater no silo da Balança para cair o grão
Chave de Bocas 17 mm	Válvula de Descarga do Misturador para o Arrefecedor	Abrir o Óculo
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	Abrir o Óculo
Luvas	Corte	EPI
Alicate	Corte	Trocar as Redes
Spray de Silicone	Corte	Colocar nos Parafusos da fieira
Selador de Juntas	Corte	Selar o Vácuo
Sextavada de 3	Corte	Troca de Lâminas
Chave Bocas 8	Centrífuga	Desapertar parte inferior
Marcador	Corte	Afinar Lâminas
Chave Bocas 10/11 mm	Doseadores	Camisas dos Doseadores Brabender
Escovilhão	Corte	Limpar Suporte das Lâminas
Chave Picar	Redes	Auxílio na extração das redes
Chave Inglesa	Corte	Desmontar o Corte
Desmontador Suporte Lâminas	Corte	Desmontar o Suporte para as Lâminas

Linha 9

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Escova de Arame	Válvula de descarga do Misturador para o Arrefecedor	Esfregar equipamentos
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	
Espátula	Misturador	Retirar Material agarrado às Paredes das Máquinas
	Arrefecedor	
Sextavada de 6 mm	Misturador	Manga
	Válvula de Descarga do Misturador para o Arrefecedor	
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para o IA	
	IA	
Sextavada exterior 7 mm	Corte	
Sextavada exterior 7 mm	Misturador	Tubo de Despoeiramento
Chave de Bocas 13 mm	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	Óculo
Chaves de Fendas	Limpeza da Tarara	Desacoplar tubos
Maço de Borracha	Balança de Ensaque	Bater no silo
Luvras	Corte	EPI
Spray Alumínio	Corte	Colocar nos Parafusos na troca de fieira
Sextavada de 10 mm	Corte	Desmontar o Corte
Sextavada de 14 mm	Corte	Desmontar o Corte
Sextavada de 5 mm	Corte	Lâminas

Linha 11

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Borrifador Produto de Limpeza	Misturador	Desengordurar equipamentos
	Arrefecedor	
	Doseadores Brabender	
Escovas de Arame	Válvula de Descarga do Misturador para Arrefecedor	Esfregar equipamentos
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	
Espátula	Misturador	Limpeza
	Arrefecedor	Limpeza
Sextavada de 6 mm	Misturador	Mangas
	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	Mangas
	IA	Mangas
Sextavada de 8 mm	Válvula de Descarga do Arrefecedor para IA	Óculo
Sextavada Exterior de 7 mm	Misturador/Arrefecedor	Tubo de Despoeiramento
	Doseador Brabender	Mangas
Chave de Fendas	Doseadores Brabender	Motor
Maço de Borracha	Balança de Ensaque	Desprender Grão das Paredes do Silo
	Silo da Alimentação Silo pulmão	Desprender Grão das Paredes do Silo
Luvras	Corte	Mudar Redes/Crivo/Fieira
Spray de Alumínio	Corte	Colocar nas juntas do crivo/fieira e parafusos.
Spray Universal	Corte	Lubrificar
Sextavada de 14 mm	Corte	Abrir o Crivo
Sextavada de 4 mm	Corte	Substituição de Lâminas
Sextavada de 5 mm	Extrusão	Side Feeder

Linha 13

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Chave de Bocas 10	Camisa Doseador 1	Retirar a Camisa do Doseador
	Camisa Doseador 2	
	Camisa Doseador 4	
	Camisa Doseador 7	
	Camisa Doseador 6	
Chave de Bocas 13	Camisa Doseador 3	Retirar a Camisa do Doseador
	Doseador 1	Abrir o Doseador
	Doseador 7	
Sextavada Exterior de 7	Doseador 6	
	Mangas do Doseador	Tirar as Abraçadeiras das Mangas
Mangas da Camisa		
Sextavada Exterior de 8	Mangas do Doseador	Tirar as Abraçadeiras das Mangas
	Mangas da Camisa	
Escova de Arame	Crivo	Limpeza
	Fieira	Limpeza
Alicate Universal	Anilha do Crivo	
Chave de Bocas 12/13	Vácuo (12)	
Chave de Bocas 32	Vácuo	Desapertar os Parafusos
Chave de Fendas	Redes	Retirar as redes do Crivo
Espátula	Crivos	Limpeza
	Fieira	
	Corte Fio	
Chave Sextavada c/ Cabo 8 mm	Fieira	Desapertar Parafusos da Fieira
	Peça Sacos	
Chave Sextavada de 6 mm	Suportes Rodízio Fio	
Maço Thor	Crivos	Retirar os Crivos
Brocas 4,5 mm	Crivos	Brocar os Crivos
Espátula Grande	Cabeça da Extrusora	Remoção da Purga
Spray Silicone	Fieira	Parafusos
Chave de Roquete de 10 mm	Camisa Doseador 1	Tirar Camisa
	Camisa Doseador 2	
	Camisa Doseador 4	
	Camisa Doseador 7	
	Camisa Doseador 6	
Chave de Roquete de 13 mm	Camisa Doseador 3	Tirar Camisa
	Doseador 1	
	Doseador 7	
Ponteiro de 3,5 mm	Doseador 6	
	Crivo	Limpeza do Crivo
Viseira p/ Rebarbar	Fusos	Limpeza
	Cabeça da Extrusora	Limpeza
Manga Térmica	Fusos	Limpeza
	Cabeça Fieira	Limpeza
Tubo 500 mm D50	Cabeça da Extrusora	Aperto da Cabeça
Chave Ajustável de Cinta P/Filtros	Filtros	Limpeza dos Filtros
Vara de Cobre	Extrusora	Purgar a Linha
Chave de Griffs 450 mm	Vácuo	Usar em Conjunto
Chave de Griffs 250 mm	Vácuo	Usar em Conjunto
Punção de 4 mm	Fieira	Limpeza
	Crivo	
Punção de 3 mm	Fieira	Limpeza
	Crivo	
Broca de 4.5 mm	Crivos	
Chave Inglesa 250 mm	Vácuo	
Lanterna	Corte	
	Cabeça da Extrusora	
Extensão Elétrica	Aspirador	Limpeza
	Berbequim	Brocar o Crivo

Linha 18

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Chave de Bocas/Roquete 10	Camisa Doseador 1	Retirar a Camisa do Doseador
	Camisa Doseador 2	
	Camisa Doseador 3	
	Camisa Doseador 4	
	Camisa Doseador 11	
	Fuso 1	Desenroscar o Fuso
	Fuso 1-2-8	Desenroscar o Fuso
Chave de Bocas/Roquete 17	Abraçadeira Tubagem Transporte	
Chave de Bocas/Roquete 22	Abraçadeira Tubagem Transporte	
Sextavada de 6 mm	Camisa Doseador 8	Retirar a Camisa do Doseador
Chave de Bocas/Roquete 13	Camisa Doseador 5	Retirar a Camisa do Doseador
	Camisa Doseador 6	
	Camisa Doseador 7	
	Doseador 1	
	Doseador 2	Abrir o Doseador
	Doseador 3	
	Doseador 4	
	Doseador 8	
	Doseador 11	
	Fuso 5-6-7	Desenroscar o Fuso
Sextava Exterior de 7	Mangas do Doseador	Tirar as Abraçadeiras das Mangas
	Camisa do Doseador	
Martelo	Paletes	
Martelo Bola 40 Nylon	Alimentações	Bater p/ cair material
Maço de Borracha	Alimentações	Bater p/ cair material
Chave de Griffos 450	Vácuo	
Chave de Griffos 250	Vácuo	
Chave Inglesa 250 mm	Multifunções	
Lanterna		
Espátula Grande		
Berbequim		
Escova de Arame		
Sextavada Exterior 7 mm	Abraçadeiras Doseadores	
Sextavada Exterior 8 mm	Abraçadeiras Doseadores	
Espátula		
Broca de 8 mm	Fieira	Brocar a Fieira
Broca de 7 mm	Fieira	Brocar a Fieira
Sextavada de 4 mm	Lâminas	
Sextavada de 5 mm	Grelha doseadores	
Sextavada de 6 mm	Abraçadeiras Extr. Perfil	
	Crivos	
Alicate Universal	Anilha do Crivos	
Desenrolador de Punho Fita Cola	Octabins	
Spray Silicone		
Selante de Juntas		
Escova de Latão		
Espátula de Latão		
Batente de Alumínio	Remoção da Fieira da extrusora de perfil	
Chave de Fendas Curta	Limpeza da Fieira	
	Limpeza do Crivo	
Vara de Cobre Latão	Vácuo	Limpeza
Chave Ajustável p/ Filtros	Filtros	Abrir
Viseira		
Mangas		
Extensão	Aspirador	
	Berbequim	

Linha 21

Ferramenta	Local de Utilização	Função
Chave de Bocas/Roquete 10	Camisa Doseador 1	Retirar a Camisa do Doseador
	Camisa Doseador 2	
	Camisa Doseador 3	
	Camisa Doseador 4	
	Camisa Doseador 5	
	Camisa Doseador 9	
Chave de Bocas/ Roquete 13	Camisa Doseador 10	Retirar a Camisa do Doseador
	Camisa Doseador 6	
	Camisa Doseador 7	
	Camisa Doseador 8	Abrir o Doseador
	Doseador 1	
	Doseador 2	
	Doseador 3	
	Doseador 4	
	Doseador 5	
	Doseador 9	
Doseador 10		
Chave de Bocas/Roquete 17	Abraçadeira Tubagem Transporte	
Chave de Bocas de 9	L21 D2	Desenroscar o Fuso
Chave de Bocas de 24	L21 D8	Desenroscar o Fuso
	L21 D7	
	L21 D8 7982103	
	L21 D6 106/66	
Sextava Exterior de 7	Mangas do Doseador	Tirar as Abraçadeiras das Mangas
	Camisa do Doseador	
Lanterna		
Espátula		
Chave Sextavada de 4 mm	Lâminas	
Chave Sextavada de 5 mm	Grelhas Doseadores	
Chave Sextavada de 6 mm	Abraçadeiras	Mangas
Chave Sextavada c/ cabo de 3,5 mm	Lâminas	Aperto dos parafusos das lâminas
Maço Borracha		
Chave de Griffs 450 mm	Vácuo	
Chave de Griffs 350 mm	Vácuo	
Alicate Universal		
Escova de Arame		
Chave Sextavada Exterior de 7 mm	Doseadores	Mangas
Chave Sextavada Exterior de 8 mm	Doseadores	Mangas
Chave de Fendas		
Chave Inglesa 300 mm		
Maço Thor		
Spray Silicone		
Selador de Juntas		
Martelo Bola 40 mm		
Batente de Alumínio	Fieira Ext. Perfil	Para remoção
Chave de Fendas curta latão/Cobre	Fieira Ext. Perfil	Para Limpeza
Chave Fendas Latão/Cobre	Redes	remoção redes
	Vácuo	limpeza vácuo
Vara de Cobre Latão	Vácuo	Limpeza do Vácuo
Extensão Elétrica	Berbequim	Brocar Fieira + Crivos
	Aspirador	Limpeza Geral
Viseira p/ Rebarbar	Fusos	Limpeza
	Fieira	Limpeza
Manga Térmica	Fusos	Limpeza
	Cabeça da Fieira	Limpeza
Chave sextavada exterior de 8 mm	Abraçadeiras	Abertura
Extensor Roquete		
Escova de Aço		