



# ANÁLISE E MELHORIA DO FUNCIONAMENTO DE LINHAS DE EXTRUSÃO NUMA EMPRESA INDUSTRIAL

**PEDRO MORGADO BRÁS**

outubro de 2021

# **ANÁLISE E MELHORIA DO FUNCIONAMENTO DE LINHAS DE EXTRUSÃO NUMA EMPRESA INDUSTRIAL**

Pedro Morgado Brás  
1160563

**2021**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





# **ANÁLISE E MELHORIA DO FUNCIONAMENTO DE LINHAS DE EXTRUSÃO NUMA EMPRESA INDUSTRIAL**

Pedro Morgado Brás  
1160563

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica – Ramo Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Pinto Ferreira.

**2021**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





# JÚRI

## **Presidente**

Professora Doutora Maria Eduarda da Cunha e Silva Pinto Ferreira  
Professor Coordenador, Departamento de Matemática do Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Orientador**

Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira  
Professor Coordenador, Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Arguente**

Professor Doutor Nuno Octávio Garcia Fernandes  
Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Solidal - Condutores Eléctricos, S. A., pela oportunidade que me deram para a realização de estágio nas suas instalações, pela forma excelente e acolhedora como fui recebido, por toda a confiança que depositaram em mim e por me darem as condições necessárias para a realização de um bom trabalho. Ao Engenheiro Diogo Tato, da Solidal – Condutores Eléctricos, S. A., por todo o apoio, motivação, orientação e supervisão fornecidos no decorrer do estágio. Um agradecimento a toda a equipa de Melhoria Contínua da empresa, em especial à Engenheira Sara Silva, por todo o apoio, motivação e companheirismo.

Ao Professor Doutor Luís Carlos Pinto Ferreira, do Instituto Superior de Engenharia do Porto, por toda a orientação, apoio e disponibilidade que demonstrou ao longo da realização deste trabalho.

À minha família, particularmente aos meus pais, por me terem dado a oportunidade de estudar na área que sempre idealizei, por me motivarem a concretizar os meus objetivos e pelo apoio que me deram ao longo de todo o meu percurso académico. A todos os meus amigos e colegas de curso, que me apoiaram e motivaram no decorrer desta etapa, um muito obrigado.



## PALAVRAS CHAVE

Lean Manufacturing, SMED, OEE, 5S, *Setup*, Manutenção Autónoma, Melhoria Contínua.

## RESUMO

A presente dissertação, desenvolvida na empresa Solidal – Condutores Eléctricos S. A., empresa produtora de cabos eléctricos, teve como principal objetivo a análise do funcionamento de duas linhas de extrusão, para identificação de problemas existentes e posteriormente serem implementadas melhorias para eliminar a incidência dos mesmos. Toda a análise e identificação de propostas de melhoria teve por base conceitos, metodologia e ferramentas Lean, tais como o SMED, 5S e Manutenção Autónoma, tendo em atenção o foco na redução de todas as ineficiências existentes e direcionamento de esforços para o potenciamento das linhas em análise.

Após a identificação dos problemas e implementação de melhorias para os eliminar, foi vez de analisar os resultados. Foram alcançados ganhos em variados níveis: espaço, tempo, qualidade de trabalho, etc. Com a aplicação dos 5S (e a sua auditoria semanal) foi possível atingir um espaço de trabalho limpo, organizado e seguro, tal como desejável. Através da aplicação da metodologia SMED obteve-se uma redução média de 39% para a linha CV01 e 28% para a linha CV02, no que diz respeito aos tempos médios previstos para realização das variadas tipologias de *setup* (isto numa comparação dos *standards* de *setup* antigos vs atualizados pós-melhorias). Para o ano de 2021 já foi possível visualizar uma redução do tempo médio por *setup*.

A criação de OPL's permite agora a realização das tarefas da forma correta, evitando erros ou variações no procedimento de realização das mesmas. A monitorização das linhas, com o acompanhamento dos *setups* por parte dos coordenadores de *setups*, permite a análise e perceção em tempo real dos resultados atingidos e de possíveis dificuldades sentidas. A análise de investimentos possibilitou a perceção dos ganhos que certos equipamentos poderão trazer para as linhas em estudo. A implementação da Manutenção Autónoma permitirá a longo prazo reduzir custos de manutenção, reduzir os tempos de paragem associados à correção de avarias, e permitir um melhor acompanhamento das linhas.

Por fim, e fruto de todas as melhorias implementadas, o OEE que no ano de 2020 estava no patamar dos 50%, aumentou agora para o patamar dos 60%, em ambas as linhas, mostrando assim um caminho de melhoria e ganhos perceptíveis, tal como desejável desde o primeiro dia de realização do projeto.



## KEYWORDS

*Lean Manufacturing, SMED, OEE, 5S, Setup, Autonomous Maintenance, Continuous Improvement.*

## ABSTRACT

The main objective of this dissertation, developed at Solidal – Condutores Eléctricos SA, a company that produces electrical cables, was to analyze the operation of two extrusion lines, to identify existing problems and subsequently implement improvements to eliminate the incidence of same. The entire analysis and identification of improvement proposals was based on Lean concepts, methodology and tools, such as SMED, 5S and Autonomous Maintenance, considering the focus on reducing all existing inefficiencies and directing efforts to enhance lines under analysis.

After identifying the problems and implementing improvements to eliminate them, it was time to analyze the results. Gains were achieved at various levels: space, time, quality of work, etc. With the application of 5S (and its weekly audit) it was possible to achieve a clean, organized and safe workspace, as desired. Through the application of the SMED methodology, an average reduction of 39% for the CV01 line and 28% for the CV02 line was obtained, with regard to the average times expected to carry out the various types of *setup* (this in a comparison of old setup standards vs updated post-improvements). For the year 2021 it was already possible to see a reduction in the average time per setup.

The creation of OPL's now allows the tasks to be carried out correctly, avoiding errors or variations in the procedure for carrying them out. The monitoring of the lines, with the follow-up of the setups by the setup coordinators, allows real-time analysis and perception of the results achieved and possible difficulties experienced. The investment analysis made it possible to perceive the gains that certain equipment could bring to the lines under study. The implementation of Autonomous Maintenance will, in the long term, reduce maintenance costs, reduce downtime associated with the correction of faults, and allow for better monitoring of the lines.

Finally, and as a result of all the improvements implemented, the OEE, which in 2020 was at the level of 50%, has now increased to the level of 60%, in both lines, thus showing a path of improvement and noticeable gains, such as as desirable from day one of the project.



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	<i>Just-in-time</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTRR	<i>Mean time to repair</i>
OEE	<i>Overall equipment effectiveness</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
RAM	<i>Reliability, Availability, and Maintainability</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TQC	<i>Total Quality Control</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
6S	5S + Safety

### Lista de Unidades

m <sup>2</sup>	Metro quadrado
mm	Milímetro
mm <sup>2</sup>	Milímetro quadrado
min	Minutos
h	Horas

### Lista de Símbolos

%	Porcentagem
---	-------------



## GLOSSÁRIO DE TERMOS

---

JIT	<i>Just In Time</i> significa que o material/produto certo é entregue na hora certa, na quantidade certa e no lugar certo, tendo por base a procura concreta do cliente. Em cada etapa do processo produtivo é produzido apenas o necessário.
<i>Kaizen</i>	Termo de origem japonesa que significa “mudar para melhor”, ou seja, melhoria contínua.
<i>Lean</i>	Filosofia de produção que envolve toda a organização e se foca na eliminação de desperdícios, através da melhoria contínua.
OEE	O OEE, <i>Overall Equipment Effectiveness</i> , ou Eficiência Global do Equipamento, é um indicador que permite monitorizar o desempenho de equipamentos, ou linhas de produção completas. O mesmo é calculado segundo 3 parâmetros, sendo eles a disponibilidade (tempo real vs tempo esperado de produção), desempenho (velocidade de produção real vs esperada) e qualidade (produção conforme vs produção total).
PDCA	O ciclo PDCA é uma ferramenta que tem foco na resolução de problemas, permitindo melhorar processos, serviços e produtos. É composto por 4 fases distintas: planejar ( <i>Plan</i> ), fazer ( <i>Do</i> ), verificar ( <i>Check</i> ) e agir ( <i>Act</i> ).
SMED	O “ <i>Single Minute Exchange of Die</i> ” (SMED), que traduzindo para português significa “Troca Rápida de Ferramenta”, é uma metodologia que tem como objetivo a redução do tempo necessário para realizar uma mudança de fabrico ( <i>setup</i> ), que num caso ideal, tal tempo não deverá ultrapassar um dígito.
<i>Setup</i>	Conjunto de atividades de preparação necessárias, a serem realizadas na máquina (ou no próprio processo produtivo), com o objetivo de mudar a produção de um produto para outro.
<i>Standard</i>	Algo estabelecido por autoridade, costume ou consentimento geral como modelo, exemplo ou ponto de referência, a seguir para determinada tarefa.
5S	É uma das ferramentas da Qualidade, que tem como objetivo melhorar o ambiente de trabalho em que é aplicado, aumentando a produtividade. O mesmo é composto por 5 sensos que lhe dão nome: Seiri (senso de utilização), Seiton (senso de organização), Seiso (senso de limpeza), Seiketsu (senso de padronização) e Shitsuke (senso de autodisciplina).

---



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - A ESPIRAL DO CICLO <i>ACTION-RESEARCH</i> (SAUNDERS ET AL., 2009)	3
FIGURA 2 - INSTALAÇÕES DA SOLIDAL - CONDUTORES ELÉTRICOS, S. A.	5
FIGURA 3 - CRONOGRAMA DA EMPRESA (SOLIDAL, 2020)	5
FIGURA 4 - EXEMPLOS DE PRODUTOS FABRICADOS NA SOLIDAL	6
FIGURA 5 - PROCESSO DE REVISÃO DE LITERATURA. ADAPTADO DE (SAUNDERS ET AL., 2009)	9
FIGURA 6 - CASA TPS. ADAPTADO DE (HERRMANN ET AL., 2008)	11
FIGURA 7 - O 5 PRINCÍPIOS <i>LEAN</i> (WOMACK & JONES, 1996)	12
FIGURA 8 - 3 GRANDES TIPOS DE PERDAS (OLIVEIRA, 2015)	13
FIGURA 9 - ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA 5S (VERES ET AL., 2018)	17
FIGURA 10 - FASES DE IMPLEMENTAÇÃO DO SMED (SHINGO, 2000)	23
FIGURA 11 - ESBOÇO DE SISTEMA PRODUTIVO EM SÉRIE	32
FIGURA 12 - ESBOÇO DE SISTEMA PRODUTIVO EM PARALELO	32
FIGURA 13 - DISPOSIÇÃO DOS PAVILHÕES DA SOLIDAL	37
FIGURA 14 - PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS CABOS ELÉTRICOS NA SOLIDAL	39
FIGURA 15 - CONSTITUIÇÃO DE UMA LINHA CATENÁRIA	40
FIGURA 16 - DESORGANIZAÇÃO DA PARTE INFERIOR DA BANCADA DE TRABALHO	42
FIGURA 17 - FALA DE LIMPEZA NO ACESSO A UMA DAS ZONAS DA LINHA CV01	43
FIGURA 18 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEMPOS TOTAIS DE PARAGEM POR CAUSAS DE PARAGEM PARA O ANO 2020 - CV01	44
FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEMPOS TOTAIS DE PARAGEM POR CAUSAS DE PARAGEM PARA O ANO 2020 - CV02	44
FIGURA 20 - TEMPO MÉDIO POR <i>SETUP</i> VS NÚMERO DE <i>SETUPS</i> REALIZADOS NO ANO 2020 - CV01	45
FIGURA 21 - TEMPO MÉDIO POR <i>SETUP</i> VS NÚMERO DE <i>SETUPS</i> REALIZADOS NO ANO 2020 - CV02	45
FIGURA 22 - ESBOÇO DO PROCEDIMENTO DE CORTE DO CABO NÃO CONFORME	47
FIGURA 23 - TRÊS DIFERENTES TIPOS DE BORRACHA DE VEDAÇÃO (VARIAÇÃO NA DIMENSÃO EXTERIOR DAS MESMAS) – CV01	48
FIGURA 24 - ESTADO INICIAL DAS MANGUEIRAS DE AQUECIMENTO DA CABEÇA DE EXTRUSÃO	55
FIGURA 25 - ESTADO FINAL DAS MANGUEIRAS DE AQUECIMENTO DA CABEÇA DE EXTRUSÃO	55
FIGURA 26 - EXEMPLO 1 DE ZONA DE ENSAIO DA LIMPEZA COM RECURSO AO GELO SECO	60
FIGURA 27 - EXEMPLO 2 DE ZONA DE ENSAIO DA LIMPEZA COM RECURSO AO GELO SECO	61
FIGURA 28 - EXEMPLO 3 DE ZONA DE ENSAIO DA LIMPEZA COM RECURSO AO GELO SECO	61
FIGURA 29 - TAREFAS DE <i>SETUP</i> (CÓDIGO E DESCRITIVO)	63
FIGURA 30 - MAPA DE <i>SETUPS</i> E OS SEUS TEMPOS PREVISTOS	64
FIGURA 31 - <i>GANTT</i> DA TIPOLOGIA DE <i>SETUP</i> DE LIMPEZA DA MÁQUINA + DESENIAR E ENFIAR LINHA + TROCA DE MP	65
FIGURA 32 - <i>GANTT</i> DA TIPOLOGIA DE <i>SETUP</i> DE TROCA DE FERRAMENTAS + TROCA DE VEDAÇÕES	65
FIGURA 33 - ZONA CRIADA PARA COLOCAÇÃO DE MP'S DO FABRICO SEGUINTE	67
FIGURA 34 - EXCERTO DA TABELA 5W2H CRIADA E REVISTA SEMANALMENTE	69
FIGURA 35 - <i>GANTT</i> TIPOLOGIA <i>SETUP</i> ABH	71

FIGURA 36 - GANTT TIPOLOGIA DE SETUP ADEFGH (CV01)	71
FIGURA 37 - OPL RELATIVA AO PROCEDIMENTO DE REALIZAÇÃO DA PURGA	74
FIGURA 38 - ESPAÇO CRIADO PARA COLOCAÇÃO DOS CAIXOTES VAZIOS NO PISO 1	75
FIGURA 39 - OPL RELATIVA AO PROCEDIMENTO DE UTILIZAÇÃO DOS CAIXOTES VAZIOS PARA AUXÍLIO NAS CV'S	75
FIGURA 40 - OPL RELATIVA AO PROCEDIMENTO DE COLOCAÇÃO DE MP'S NAS RACKS	76
FIGURA 41 - MATRIZ DE <i>SETUPS</i> CRIADA	76
FIGURA 42 - REALIZAÇÃO DA TAREFA SEGUNDO A MELHORIA PROPOSTA	77
FIGURA 43 - SISTEMA DE VEDAÇÃO ( <i>ENDSEALING</i> ) PROPOSTO	78
FIGURA 44 - SISTEMA DE VEDAÇÃO ( <i>ENDSEALING</i> ) EXISTENTE NA EMPRESA	78
FIGURA 45 - QUADRO DE MONITORIZAÇÃO DAS LINHAS COM PROJETO	80
FIGURA 46 - QUADRO DE IDENTIFICAÇÃO DE <i>SETUPS</i> A OCORRER DURANTE A SEMANA EM ANÁLISE	81
FIGURA 47 - DIAGRAMA DE PARETO PARA O TOTAL DE HORAS DE PARAGEM PARA MANUTENÇÃO POR TIPOLOGIA DE COMPONENTE NA LINHA CV01	83
FIGURA 48 - DIAGRAMA DE PARETO PARA O TOTAL DE HORAS DE PARAGEM PARA MANUTENÇÃO POR TIPOLOGIA DE COMPONENTE NA LINHA CV02	83
FIGURA 49 - DIAGRAMAS DE BLOCOS PARA AS DUAS LINHAS EM ANÁLISE	88
FIGURA 50 - <i>STANDARD</i> DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA PARA O DESBOBINADOR E DISTRIBUIDOR DA LINHA CV01	90
FIGURA 51 - EVOLUÇÃO DO Nº DE <i>SETUPS</i> REALIZADOS VS TEMPO MÉDIO POR <i>SETUP</i> DOS MESMOS - CV01	96
FIGURA 52 - EVOLUÇÃO DO Nº DE <i>SETUPS</i> REALIZADOS VS TEMPO MÉDIO POR <i>SETUP</i> DOS MESMOS - CV02	96

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DEFINIÇÃO DAS 5 FASES DA METODOLOGIA <i>ACTION-RESEARCH</i> . ADAPTADO DE (OLIVEIRA ET AL., 2018; SAUNDERS ET AL., 2009)	4
TABELA 2 - DESCRIÇÃO DOS 5 PRINCÍPIOS <i>LEAN</i> ( <i>WOMACK &amp; JONES, 1996</i> )	12
TABELA 3 - SETE TIPOS DE DESPERDÍCIOS. ADAPTADO DE (HINES ET AL., 2011; IMAI, 2012; MOSTAFA ET AL., 2015; OHNO, 1988).	14
TABELA 4 - FASES DE IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA 5S. ADAPTADO DE (COSTA ET AL., 2018; JIMÉNEZ ET AL., 2015; MICHALSKA & SZEWIECZEK, 2007)	16
TABELA 5 - EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DOS 5S	18
TABELA 6 - FASES DE IMPLEMENTAÇÃO DO SMED (DILLON & SHINGO, 1985; FERRADÁS & SALONITIS, 2013)	21
TABELA 7 - OS 6 GRANDES TIPOS DE PERDAS (NAKAJIMA, 1988)	24
TABELA 8 - EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DO SMED	27
TABELA 9 - AS 7 FASES DA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - ADAPTADO DE (MOLENDAS, 2016)	34
TABELA 10 - IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS	42
TABELA 11 - IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS E AS SUAS PROPOSTAS DE MELHORIA	50
TABELA 12 - APLICAÇÃO DO 1º S NA EMPRESA	53
TABELA 13 - APLICAÇÃO DO 2ºS NA EMPRESA	57
TABELA 14 - SUBTAREFAS INTERNAS TRANSFORMADAS EM EXTERNAS	67
TABELA 15 - MATRIZ ECRS	69
TABELA 16 - ANÁLISE <i>SETUPS</i> CV01	72
TABELA 17 - ANÁLISE <i>SETUPS</i> CV02	72
TABELA 18 - TIPOLOGIAS DE AVARIAS REGISTRADAS PARA AS DUAS LINHAS EM ANÁLISE QUE PROVOCARAM A PARAGEM DA LINHA	82
TABELA 19 - RESULTADOS OBTIDOS PARA OS INDICADORES DA ANÁLISE RAM - LINHA CV01	84
TABELA 20 - RESULTADOS OBTIDOS PARA OS INDICADORES DA ANÁLISE RAM - LINHA CV02	85
TABELA 21 - TEMPOS ASSOCIADOS A CADA PERIODICIDADE E CADA ESTADO DE FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA PARA REALIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÓNOMA	91
TABELA 22 - CALENDÁRIO DE REALIZAÇÃO DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA PARA O PRESENTE ANO	91
TABELA 23 - ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS COM AS MELHORIAS IMPLEMENTADAS	93
TABELA 24 - QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS – CV01	95
TABELA 25 - QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS - CV02	95
TABELA 26 - ESTADO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA IMPLEMENTADAS	100



# ÍNDICE

RESUMO .....	IX
ABSTRACT .....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS .....	XIII
GLOSSÁRIO DE TERMOS .....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XVII
ÍNDICE DE TABELAS .....	XIX
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento do trabalho.....	1
1.2 Objetivos do trabalho .....	2
1.3 Metodologia de investigação.....	3
1.4 Apresentação da empresa .....	4
1.5 Conteúdo e organização da dissertação.....	6
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>9</b>
2.1 Introdução.....	9
2.2 Lean production .....	10
2.2.1 Princípios <i>Lean Thinking</i> .....	11
2.2.2 Desperdícios .....	13
2.3 Ferramentas Lean .....	15
2.3.1 Kaizen .....	15
2.3.2 5S.....	16
2.3.3 Gestão Visual.....	19
2.3.4 5W2H.....	19
2.4 Metodologia SMED .....	20
2.4.1 Origem.....	20
2.4.2 Descrição da Metodologia.....	20

2.4.3	Indicador OEE .....	23
2.4.4	Benefícios do SMED.....	25
2.4.5	Dificuldades do SMED .....	26
2.4.6	Exemplos de Aplicação .....	27
2.5	Análise RAM .....	31
2.6	Manutenção Autónoma .....	33
<b>3</b>	<b>ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>37</b>
3.1	Processo Produtivo .....	37
3.1.1	Funcionamento das Linhas.....	40
3.2	Identificação de problemas.....	41
3.2.1	Desorganização e falta de limpeza de várias zonas das linhas de produção.....	42
3.2.2	Tempo registado em <i>setups</i> bastante elevado .....	43
3.2.3	Falta de padronização de determinadas tarefas .....	46
3.2.4	Inexistência de uma matriz de <i>setups</i> .....	46
3.2.5	Tarefa gargalo de desenfiar linha com corte de cabo de sucata para o chão .....	47
3.2.6	Tarefas associadas ao sistema de vedação da linha CV01 extensas .....	48
3.2.7	Elevado número de trocas de cabeça de extrusão na linha CV01.....	49
3.2.8	Ausência de monitorização diária das linhas em estudo .....	49
3.2.9	Tempo registado em manutenções bastante elevado .....	50
3.3	Propostas de melhoria .....	50
3.3.1	Implementação dos 5S .....	51
3.3.1.1	1ºS.....	51
3.3.1.2	2ºS.....	55
3.3.1.3	3ºS.....	60
3.3.1.4	4ºS.....	62
3.3.1.5	5ºS.....	62
3.3.1.6	6ºS.....	62
3.3.2	Aplicação da metodologia SMED.....	63
3.3.2.1	Análise Inicial de Setups.....	63
3.3.2.2	Separação de Trabalho Interno do Trabalho Externo.....	66
3.3.2.3	Conversão de Tarefas Internas em Tarefas Externas.....	66
3.3.2.4	Redução do Trabalho Interno e Externo .....	68
3.3.3	Construção de OPL's.....	74
3.3.4	Construção de matriz de setups.....	76
3.3.5	Desenfiar o comprimento de cabo de sucata diretamente para uma bobina .....	77
3.3.6	Análise do investimento de um novo sistema de vedação para a linha CV01 .....	78
3.3.7	Levantamento da necessidade de ferramentas para a cabeça secundária da linha CV01.....	79
3.3.8	Monitorização e Gestão Visual.....	79

---

3.3.9	Realização de análise RAM e Implementação da Manutenção Autónoma.....	81
3.4	Análise de resultados .....	93
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>99</b>
4.1	Conclusões .....	99
4.2	Valor acrescentado para a empresa .....	101
4.3	Proposta de trabalhos futuros .....	102
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>105</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>111</b>
	APÊNDICE 1 – <i>Template</i> Auditoria 6S.....	111
	APÊNDICE 2 – <i>Template</i> de Acompanhamento de setups .....	113
	APÊNDICE 3 – Acompanhamento de setups realizados .....	114
	APÊNDICE 4 – Plano de ações (5W2H) .....	116
	APÊNDICE 5 – <i>Gantt</i> s das tipologias de <i>setup</i> existentes.....	119
	APÊNDICE 6 – <i>Template</i> de Acompanhamento de setups - Coordenadores .....	123
	APÊNDICE 7 – Cartões de Manutenção Autónoma .....	125



# 1. INTRODUÇÃO

- 1.1 Enquadramento do trabalho
- 1.2 Objetivos do trabalho
- 1.3 Metodologia de investigação
- 1.4 Apresentação da empresa
- 1.5 Conteúdo e organização da dissertação



# 1 INTRODUÇÃO

No presente é possível denotar que os mercados se mostram mais competitivos e, aliado a isto, os consumidores estão mais informados e com pedidos cada vez mais diversificados. Posto isto, as empresas vêm-se obrigadas a ter os seus processos o mais capacitados possível com o objetivo de darem resposta a esses pedidos de uma forma breve, evitando desperdícios e ineficiências.

A presente dissertação de mestrado foi desenvolvida na empresa Solidal - Condutores Eléctricos, S. A., empresa produtora de cabos de baixa, média e alta tensão para distribuição de energia, no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica – Ramo Gestão Industrial, do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Dado que a empresa procura dia após dia dar resposta aos pedidos dos seus clientes o mais rápido possível e com a melhor qualidade, a mesma tem de ter uma certa flexibilidade no que respeita ao seguimento da produção a ser cumprido. Esta flexibilidade traduz-se na capacidade da empresa modificar de forma rápida e eficaz a tipologia de produto em produção, fazendo uso do mínimo tempo possível para tal, traduzindo-se assim num maior tempo produtivo. O SMED surge nesta dissertação para dar resposta a esse objetivo intrínseco à empresa. Com esta metodologia presente, haverá uma facilidade na produção de pequenos lotes, alterando as características da produção mediante o pedido do cliente, sem isto afetar a produtividade. Paralelamente à aplicação do SMED, ferramentas *Lean* como os 5S e a Gestão Visual, serão aplicadas para atingir-se maiores ganhos, e dar-se resposta a problemas identificados no decorrer do estudo das linhas de extrusão em análise neste projeto.

Neste capítulo inicial é feito um enquadramento do projeto desenvolvido, são mencionados os principais objetivos do mesmo, a metodologia de investigação aplicada, é feita uma apresentação da empresa de acolhimento e é exposta a estrutura do presente relatório.

## 1.1 Enquadramento do trabalho

Atualmente, a empresa Solidal encontra-se motivada e direcionada na implementação de princípios da filosofia *Lean* e na melhoria dos seus processos produtivos para fabrico de cabos elétricos, com o objetivo de eliminar todos os desperdícios e atividades que não acrescentam valor. Tudo isto tem sido possível graças à equipa de Melhoria Contínua existente, que tem sempre o foco na obtenção dos melhores resultados possíveis.

A implementação destes princípios traz uma vantagem competitiva às empresas, tornando-as mais ágeis no mercado, obtendo assim mais clientes e investidores. Com o passar dos anos as empresas têm vindo a ter uma necessidade de diferenciação e alcançar a excelência, sendo para tal necessário que os processos se apresentem eficazes, com um custo reduzido e flexíveis (Rodrigues et al., 2019; Roriz et al., 2017).

Atualmente, a oferta de produtos e/ou serviços com uma relação qualidade/preço satisfatória por parte das empresas, chama um grande leque de clientes. Contudo, para obter tal relação, há uma necessidade de otimizar os processos nas mesmas, sendo necessário aplicar certas abordagens para conseguirem dar resposta a tal relação (Rodrigues et al., 2019; Sousa et al., 2018).

O estágio desenrolou-se entre dia 23 de novembro de 2020 e 31 de agosto de 2021. A entrada na empresa em questão foi importante, dado ter permitido adicionar mais um membro à equipa de Melhoria Contínua, equipa essa com bastante qualidade e em constante crescimento, com o foco na excelência de todos os processos.

A empresa segue duas tipologias de produção: produção por encomenda e engenharia por encomenda. Dadas as tipologias de produção seguidas, torna-se indispensável eliminar todas as ineficiências existentes, aumentando o tempo produtivo das várias linhas constituintes do processo produtivo. Dado que as ineficiências das linhas de produção trazem custos não desejados, e é primordial resolver as mesmas o mais rápido possível, a Solidal propôs um direcionamento de esforços para duas linhas de extrusão, com o intuito de identificar os seus problemas e propor e implementar melhorias para dar resposta aos problemas.

Visto que a empresa apresenta variadas linhas de produção, cada uma com as suas características, os esforços foram voltados para as linhas de produção gargalo no processo de produção de cabos elétricos. As mesmas sendo representativas do gargalo da produção, são também as que apresentam os maiores tempos de *setup* (cerca de 14 horas por *setup* para a linha CV01 e cerca de 8 horas por *setup* para a linha CV02) de entre todas as linhas. Estas linhas de produção são denominadas de linhas de extrusão, linhas catenárias ou CV's. Também é de salientar os valores de OEE registados no ano de 2020 relativamente a estas duas linhas, que se apresentou no patamar dos 50%, valor esse baixo e deve assim ser aumentado. Aqui, nas duas linhas referidas, estão presentes variados objetivos a serem atingidos, que serão mencionados já no subcapítulo seguinte.

## 1.2 Objetivos do trabalho

O presente trabalho tem como principal objetivo a análise e melhoria do funcionamento de duas linhas de extrusão. Para atingir tal objetivo, definiram-se os seguintes objetivos intermédios:

- Observar, identificar e mapear o estado atual da linha de produção;
- Identificar e analisar os principais problemas;

- Apresentação e análise de propostas de melhoria que eliminem os problemas identificados;
- Implementação das propostas de melhoria identificadas e que sejam exequíveis;
- Identificação e análise dos resultados obtidos;
- Identificar oportunidades futuras.

No desenrolar do projeto é objetivo ter sempre por base os conceitos, ferramentas e metodologias *Lean*, dadas as suas valências.

### 1.3 Metodologia de investigação

Para atingir os resultados pretendidos, foi aplicada uma metodologia de análise. Sendo assim, como base de todo o trabalho, foi seguida a metodologia *Action-Research*. O seu principal objetivo é encontrar soluções e melhorias para os diferentes problemas com que nos deparamos no dia-a-dia, ou seja, problemas reais (French, 2009; Mourato et al., 2020). O foco na mudança e a consciência da necessidade de direcionar tempo para analisar as diferentes fases do processo e envolver os colaboradores na aplicação do *Action-Research* são dois dos vários pontos fortes desta metodologia (Saunders et al., 2009).

Esta metodologia baseia-se na melhoria contínua, caracterizando-se assim pelos seus constantes ciclos de ação e reflexão crítica, permitindo avaliar a trajetória de mudança a que o mesmo nos leva, ou seja, avaliar os efeitos que as ações têm e se as mesmas vão de encontro aos objetivos estipulados, tal como é possível visualizar na Figura 1 (Brito et al., 2020; French, 2009). Aqui não se dá um ciclo como fechado, ou seja, deve-se procurar constantemente evoluir e melhorar. Aquando de uma não obtenção de resultados satisfatórios ou suficientes, o processo é repetido.

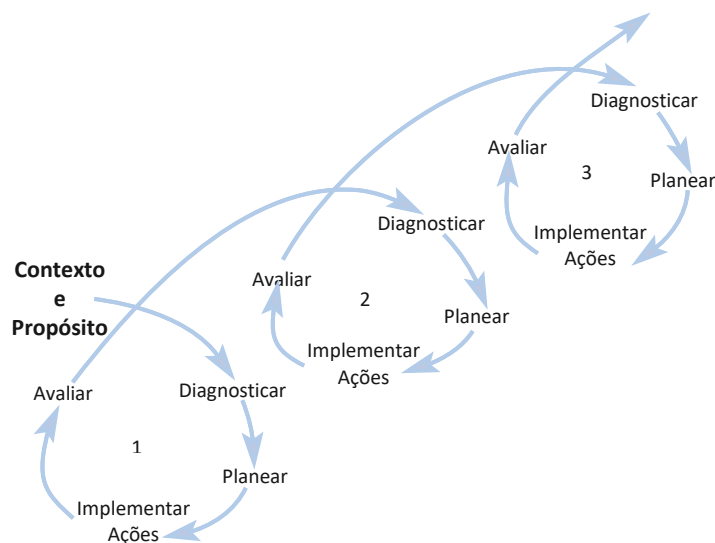


Figura 1 - A espiral do ciclo *Action-Research* (Saunders et al., 2009)

Esta metodologia de análise caracteriza-se por 5 fases distintas, tal como é possível visualizar na Tabela 1.

Tabela 1 - Definição das 5 fases da metodologia *Action-Research*. Adaptado de (Oliveira et al., 2018; Saunders et al., 2009)

Fase	Descrição
Diagnóstico	É realizada uma avaliação inicial do processo em estudo, analisando criticamente o mesmo.
Planeamento	É feito o planeamento das ações a serem tomadas/aplicadas.
Implementação das ações	Nesta fase ocorre a implementação das medidas definidas na fase anterior.
Avaliação	Aqui é feita a análise e avaliação dos resultados que advêm da aplicação das ações.
Especificação da aprendizagem	É realizada a standardização das ações que foram tomadas, caso estas tenham sido positivas, ou seja, se os objetivos foram cumpridos.

O início do projeto deu-se com a fase inicial da metodologia, ou seja, com a fase de diagnóstico, onde foi realizada a recolha de dados com o seu posterior tratamento e analisada a situação inicial das linhas. Nesta fase foi possível compreender o funcionamento da linha e quais as suas dificuldades e ineficiências.

A fase seguinte, passou pela segunda fase da metodologia referenciada, *Action-Research*, que é a fase de planeamento das ações a realizar. Aqui foi possível realizar um plano de ações para resolver os problemas identificados na fase anterior, e estipular melhorias a implementar.

A implementação do plano de ações e melhorias realizado deu-se na fase seguinte, fase de implementação de ações. Posteriormente, foi iniciada a fase de avaliação dos resultados obtidos, que pressupõe o estudo e análise crítica das ações que foram anteriormente colocadas em prática. O ciclo desta metodologia finda-se com a fase de conclusões, em que é descrito o estudo realizado e possíveis propostas de melhoria futuras.

#### 1.4 Apresentação da empresa

A Solidal - Condutores Eléctricos, S. A., é uma empresa líder de condutores eléctricos e soluções integradas para transmissão e distribuição de energia desde 1kV até 400kV, que tem as suas instalações localizadas em Esposende (Figura 2) e trabalha em laboração contínua. A empresa conta com mais de 50 anos de experiência no fornecimento de cabos de alimentação (incluindo alta tensão, média tensão, baixa

tensão, ACSR e condutores de alumínio) para projetos em mais de 40 países (Solidal, 2020).



Figura 2 - Instalações da Solidal - Condutores Elétricos, S. A.

A sua fundação data do ano 1925, e atualmente com uma receita aproximada de 80 milhões de euros, emprega cerca de 320 funcionários.

Facto recente a salientar, respeita ao ano de 2019, em que a Njord Partners LPP (gestora de investimentos em situações especiais que fornece soluções de capital flexível a longo prazo) adquiriu uma participação de 87.5% da empresa (Figura 3), ficando assim com a participação maioritária, sendo que a restante parte mantém-se na família Quintas (Solidal, 2020).

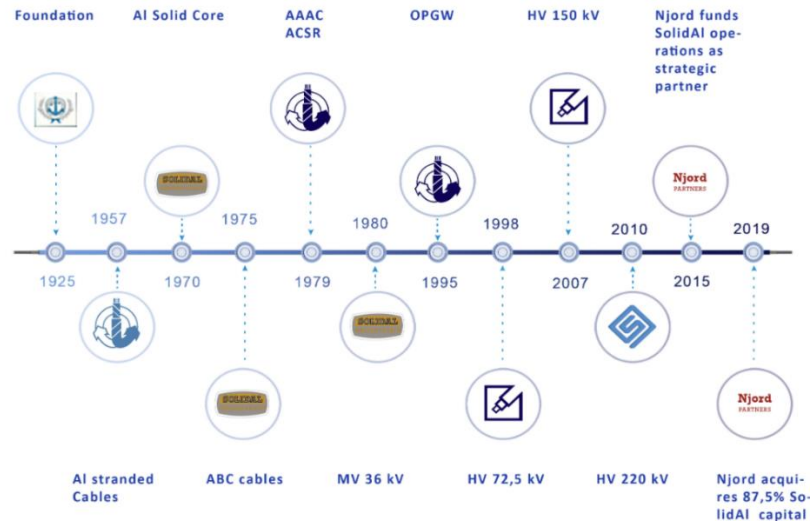


Figura 3 - Cronograma da empresa (Solidal, 2020)

Prova da qualidade, segurança e preocupações ambientais que a empresa tem, é o facto da mesma estar certificada pela APCER relativamente às normas ISO 9001: 2015 Sistema de Gestão da Qualidade, ISO 14001: 2015 Sistema de Gestão Ambiental e OSHAS 18001: 2007 Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional (Solidal, 2020).

A empresa aposta dia após dia na engenharia, no foco no cliente e numa vasta oferta de produtos, primando sempre pela excelência e qualidade em toda a sua envolvente.



Figura 4 - Exemplos de produtos fabricados na Solidal

### 1.5 Conteúdo e organização da dissertação

O presente trabalho encontra-se dividido em quatro capítulos, “Introdução”, “Revisão de Literatura e Fundamentação Teórica”, “Análise e Melhoria do Processo de Produção” e “Conclusões e Propostas de Trabalhos Futuros”, seguindo-se ainda, as “Referências Bibliográficas” e os “Apêndices” do trabalho.

O segundo capítulo, “Revisão da Literatura e Fundamentação Teórica”, é um dos capítulos mais importantes de um projeto desta envergadura, dado ser no mesmo que se faz uma análise do estado da arte referente aos assuntos a abordar praticamente. É aqui que é apresentada a análise, resultados e aplicações das áreas em estudo, mostrando assim as suas valências e pontos mais negativos que as aplicações das mesmas têm.

Por sua vez, no terceiro capítulo, “Análise e Melhoria do Processo de Produção”, é feita uma análise do estado inicial das linhas de produção, são identificados os problemas e são propostas as melhorias. É assim exposto todo o trabalho realizado na empresa, mencionando todos os pontos de especial relevância para a obtenção dos resultados desejados.

No que respeita ao quarto capítulo, denominado “Conclusões e Proposta de Trabalhos Futuros”, é apresentada uma análise final do que foi realizado e implementado na empresa, uma análise ao valor que o trabalho trouxe para a mesma e são propostos trabalhos futuros.

Por fim, no final dos quatro capítulos constituintes do presente relatório, são apresentadas as Referências Bibliográficas e os Apêndices do trabalho.

# 2. REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Introdução

2.2 Lean production

2.3 Ferramentas LEAN

2.4 Metodologia SMED

2.5 Análise RAM

2.6 Manutenção Autónoma



## 2 REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Introdução

No presente capítulo é apresentada a revisão da literatura e fundamentação teórica que sustentou a elaboração da dissertação, ou seja, as bases teóricas dos temas em que o trabalho se fundamentou.

A realização de um mapeamento e avaliação do que existe já escrito na área em análise é uma fase importante no trabalho que está aqui a ser desenvolvido, dado ajudar a esclarecer eventuais questões e melhorar o conhecimento sobre os temas, denominando-se isto de revisão crítica da literatura.

A mesma revisão sendo uma fase maioritariamente definida como o início, não deve ser parada no decorrer do projeto, mas sim ser um processo contínuo, de procura de conhecimento e esclarecimento de pontos, tal como se pode visualizar pela Figura 5, que mostra esse mesmo processo representado como uma espiral ascendente, em que com uma análise contínua, chegamos ao topo.

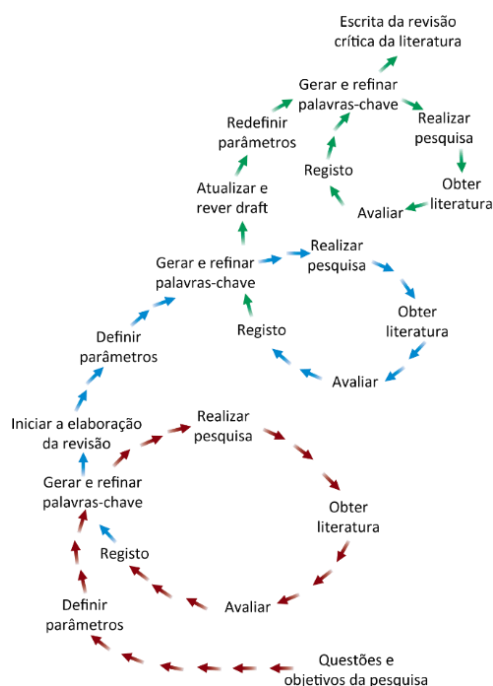


Figura 5 - Processo de revisão de literatura. Adaptado de (Saunders et al., 2009)

Concluída uma pesquisa inicial, e no sentido de focalizar melhor a análise, os parâmetros de pesquisa podem ser redefinidos para uma maior precisão, mantendo sempre o foco nos objetivos e questões da pesquisa, levando a pesquisa à obtenção de informações cada vez mais relevantes.

Assim, inicialmente neste capítulo, é feito um enquadramento global das exigências com que as empresas se têm deparado nos últimos anos, referenciando desde logo algumas possíveis mudanças que atenuam essas exigências.

Logo de seguida é feita uma abordagem à filosofia *Lean*, referenciando a sua origem, princípios, ferramentas e os tipos de desperdícios que se podem encontrar nas mais variadas empresas. São introduzidos temas como a metodologia SMED, o OEE, o conceito de setup, etc, no sentido de expor os temas que são trabalhados no projeto prático. Quanto ao SMED, é referenciada a sua origem, a forma de implementação, os resultados que se conseguem obter e são mostrados exemplos de aplicações com sucesso em variadas situações/empresas.

Os temas 5S, Gestão Visual e 5W2H são também falados, dado que o projeto passará pela implementação e abordagem dos mesmos.

## 2.2 Lean production

O termo *Lean Production* teve a sua primeira menção no livro “*The Machine That Changed the World*”, da autoria de Womack, Jones e Roos (1990), com o grande objetivo de caracterizar o sistema de produção desenvolvido pela Toyota, denominado de *Toyota Production System* (TPS) (Melton, 2005; Monden, 2011). O conceito de *Lean Production* advém do reconhecimento de que uma fração reduzida não só do tempo produtivo, mas também do esforço aplicado no mesmo, acrescentam valor para o cliente (Bhamu & Sangwan, 2014; Melton, 2005).

*Lean Production* pode ser referido como uma metodologia de produção que surgiu com a principal motivação de criar uma filosofia de melhoria contínua. Assim, com a melhoria contínua sempre presente, reduzindo os custos e eliminando todos os desperdícios existentes, é produzido apenas o que o cliente está verdadeiramente disposto a pagar (Bhamu & Sangwan, 2014; Womack & Jones, 1996).

Como já referido, a origem da metodologia *Lean* é japonesa, dado ter surgido no seio da Toyota, em 1940. A sua origem resulta do trabalho de duas pessoas, sendo elas Taichii Ohno e Shigeo Shingo, que tendo desenvolvido o TPS, criaram o caminho para o surgimento do *Lean*. O intuito primordial do TPS era que a produção não tivesse uma dependência com as produções de grandes lotes para se atingir uma eficiência elevada (Melton, 2005).

A produção *Lean* é então caracterizada pelo foco na produção de um produto perfeito, numa produção *Just-in-Time* (JIT), ou seja, apenas quando é necessário, com equipas bastante qualificadas e uma capacitação de trabalhadores e máquinas para a produção de variados produtos. Contrariamente a este tipo de produção, temos a produção em massa. A mesma é caracterizada pela produção de um produto suficientemente bom, com equipas sem necessidade de grande qualificação, produzindo uma variedade de produtos reduzida ou mesmo inexistente, recorrendo à utilização de equipamentos maioritariamente bastante caros e produção de grandes lotes, sem olhar aos

desperdícios com custos de stocks (Melton, 2005; Womack & Jones, 1996). Daqui depreendemos a importância que a produção *Lean* tem em todos os processos, mostrando-se mais eficiente e mais capacitada para a implementação nas organizações.

Aquando de uma análise detalhada ao TPS, é comumente o mesmo ser apresentado em forma de casa, denominada assim de casa TPS (Figura 6).

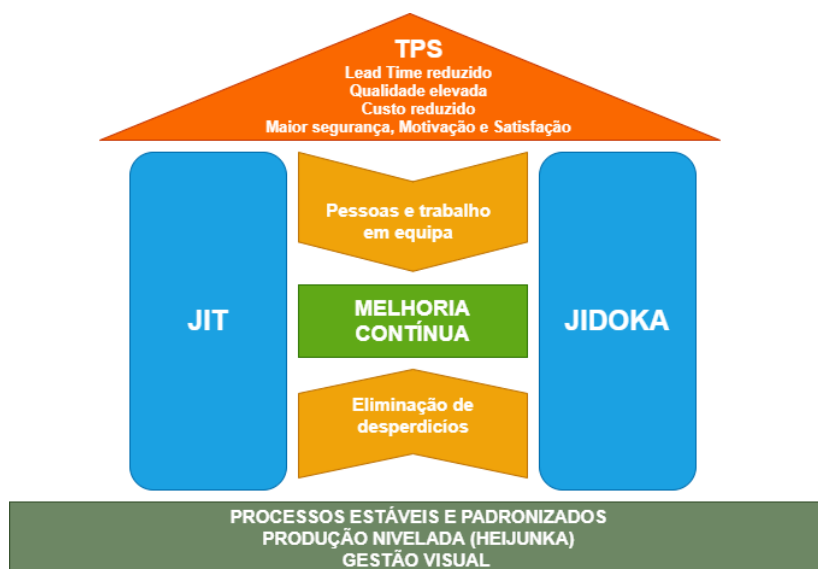


Figura 6 - Casa TPS. Adaptado de (Herrmann et al., 2008)

Como podemos ver pela Figura 6, a casa TPS é sustentada por dois pilares fundamentais: o *Just-In-Time* e o Jidoka. O JIT tem o seu foco na utilização dos recursos (humanos, financeiros e equipamentos) apenas quando é estritamente necessário, produzindo-se assim o produto certo, na quantidade certa. O Jidoka significa automação com inteligência ou toque humano e tem como objetivo tornar os problemas visíveis, tornando os trabalhadores parte integrante dos processos, de forma a prevenir eventuais erros nas máquinas e na própria linha de produção, identificando assim os defeitos o mais cedo possível de forma a não acumular desperdícios (Monden, 2011; Ohno, 1988). No interior da casa estão todas as pessoas, o trabalho em equipa, a resolução de problemas, a eliminação constante dos desperdícios e a melhoria contínua. No telhado temos os resultados que se obtêm após a utilização do TPS, em que temos um produto ou serviço com o máximo de qualidade possível, a um custo reduzido, com um nível de serviço tal e qual ao pedido pelo cliente e as equipas motivadas, seguras e satisfeitas (Thakur, 2016).

### 2.2.1 Princípios *Lean Thinking*

O conceito *Lean Thinking* é o caminho a percorrer para a eliminação de todas as atividades que não acrescentam valor ao produto, ou seja, tudo o que representa desperdícios (Womack & Jones, 1996). Esta filosofia estabelece um menor lead time, com a obtenção de produtos e serviços com alta qualidade e a baixo custo, através da

melhoria dos fluxos de produção, reduzindo paralelamente desperdícios (Azevedo et al., 2019).

Segundo Womack e Jones (1996), no sentido de eliminar as atividades que não acrescentam qualquer valor ao produto, devemos ter em atenção cinco princípios, que estão presentes na Figura 7.

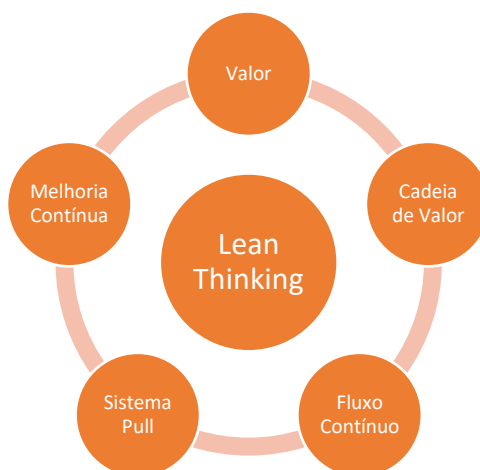


Figura 7 - O 5 Princípios Lean (Womack & Jones, 1996)

Cada um dos cinco princípios mencionados na Figura 7, encontra-se detalhado na Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição dos 5 Princípios Lean (Womack & Jones, 1996)

Princípios	Descrição
Valor	Definir o que tem valor para o cliente, ou seja, aquilo que o mesmo deseja e está disposto a pagar. Tudo o que for para além disso, representa desperdício e deve ser eliminado.
Cadeia de Valor	Identificar todas as ações da cadeia de valor (com começo no fornecedor e final no cliente) e, posteriormente, identificar as que são necessárias para dar resposta ao pedido/necessidade do cliente. Tudo o que for para além das atividades estritamente necessárias, deverá ser eliminado.
Fluxo Contínuo	Com os dois princípios anteriores aplicados e a identificação e eliminação das atividades que não acrescentam valor, é necessário criar as condições necessárias para a obtenção de um fluxo contínuo na produção do produto requerido, para assim não haver tempo perdido com falhas, esperas ou interrupções.
Sistema Pull	Produzir apenas o estritamente necessário, ou seja, o que foi pedido pelo cliente. Assim, aplicando um sistema Pull, estaremos a produzir apenas o que deve ser produzido, evitando excessos de stocks, dado que os mesmos não acrescentam valor e acarretam custos.
Melhoria Contínua	Realizar uma constante procura pela melhoria contínua, agilizando os processos e evitando os desperdícios.

### 2.2.2 Desperdícios

Um dos pontos mais importantes da aplicação do chamado *Lean Thinking* é compreender o que é realmente valor num produto ou serviço, e quais as atividades e recursos que são necessários na criação desse valor. Assim, é necessária a eliminação de tudo o que não dá valor ao produto ou serviço.

Há 3 grandes categorias para classificar o que não acrescenta valor ao produto (Figura 8), sendo elas identificadas como os três M's: *Muda*, *Mura* e *Muri*. O primeiro tipo, *Muda*, é referente aos desperdícios. O segundo, *Mura*, é referente às irregularidades e o terceiro, *Muri*, é referente às sobrecargas. Uma das bases mais importantes da filosofia *Lean* é a eliminação das atividades que não acrescentam qualquer valor, comumente chamadas de desperdício (Hines et al., 2011).



Figura 8 - 3 grandes tipos de perdas (Oliveira, 2015)

*Muda*, é o desperdício, é qualquer atividade humana que absorve recursos e adiciona custos, mas não cria valor (Hines et al., 2011). *Mura*, que já aqui referido como estando associado às inconsistências dos processos produtivos, é causado pelas variabilidades excessivas. Com o intuito de resolver este ponto, a normalização dos processos deve ser realizada (Imai, 2012; Pinto, 2014).

*Muri*, tal como já mencionado, refere-se à sobrecarga dos recursos (máquinas e trabalhadores), e que pode levar a consequências como o stress dos operadores, avarias e defeitos, reduzindo a capacidade de trabalho dos operadores e levando a custos adicionais para resolução dos problemas. Isto pode ser resolvido através da uniformização dos trabalhos/operações, tornando os processos mais controláveis e previsíveis (Pinto, 2014).

Nas organizações é possível encontrar sete diferentes tipos de desperdícios que devem ser eliminados. Os mesmos, identificados na Tabela 3, foram definidos em 1988 por Ohno, tendo-se tornado o alicerce do conhecimento *Lean*, e impulsionando a melhoria contínua nas mais variadas empresas (Ohno, 1988).

Tabela 3 - Sete tipos de desperdícios. Adaptado de (Hines et al., 2011; Imai, 2012; Mostafa et al., 2015; Ohno, 1988).

<b>Tipo de desperdício</b>	<b>Descrição</b>
<b>Transportes</b>	Movimentações desnecessárias de matérias-primas ou produtos, que não acrescentam valor perante o ponto de vista do cliente.
<b>Processamento inadequado</b>	Este tipo de desperdício resulta de processos e operações que são realizados de forma incorreta. Nos mesmos são utilizados recursos, ferramentas e equipamentos de forma inadequada. Este desperdício leva a uma maior utilização de tempo e recursos, resultando disso custos a serem assumidos pela empresa e não pelo cliente.
<b>Defeitos</b>	Produtos que não estão conforme as especificações pedidas pelo cliente. Este tipo de desperdício traz custos de retrabalho para reparação dos produtos, ou em casos extremos, quando no mesmo não é possível corrigir o defeito, traz custos de desperdício total do produto. Uma produção de produtos defeituosos leva ao desperdício de recursos, matérias-primas, disponibilidade de equipamentos, entre outros, sendo necessário identificar os defeitos o mais cedo possível, de forma a reduzir ao máximo todos os desperdícios associados.
<b>Stocks</b>	Um excesso de stocks no decorrer de todo o sistema produtivo, para além de utilizar áreas que poderiam ser aproveitadas de outra forma, poderá levar ao surgimento de mais tipos de desperdícios, como defeitos e transportes desnecessários. De salientar que o excesso de <i>stocks</i> acarreta custos de manutenção dos mesmos, custos esses que têm de ser assegurados pela empresa e não pelo cliente.
<b>Esperas</b>	Referente a situações em que o produto está pronto para ser transformado, mas fica à espera de recursos, materiais, equipamentos, ou informações relativas à produção, levando assim a um fluxo de trabalho reduzido.
<b>Produção excessiva</b>	Este é um tipo de desperdício que provoca o surgimento de outro, os <i>stocks</i> . A produção excessiva resulta de uma produção maior do que o necessário, ou seja, mais do que o pedido pelo cliente e acarreta custos desnecessários.
<b>Movimentações desnecessárias</b>	Este tipo de desperdício não deve ser confundido com o tipo de desperdício Transportes. Este refere-se a todas as movimentações feitas pelos operadores, que não adicionam qualquer valor ao produto, e não pelos materiais e produtos. Uma das grandes causas deste desperdício é a má disposição do posto de trabalho, dos equipamentos, materiais e ferramentas, que obriga os operadores a realizarem movimentações desnecessárias.

## 2.3 Ferramentas Lean

A filosofia *Lean* tem presente em si mesma os mais variados métodos e ferramentas que têm como objetivo a eliminação dos desperdícios do processo produtivo. A mesma tem sido grandemente aplicada nas mais variadas indústrias, dado oferecer técnicas relativamente simples de aplicar (Abdulmalek & Rajgopal, 2007; Melton, 2005; Pavnaskar et al., 2003).

Desta forma, neste subcapítulo são mencionadas algumas das ferramentas que esta filosofia oferece, fazendo-se então referência às que são utilizadas no restante projeto prático, como o *Kaizen*, ciclo PDCA, 5S, Gestão Visual e 5W2H.

### 2.3.1 Kaizen

O termo japonês *Kaizen*, que significa melhoria contínua, é uma ferramenta originária do Japão, que se tornou um dos conceitos chave na área da gestão desde a sua criação em 1986, aquando da publicação do livro “*Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success*” de Masaaki Imai. A ferramenta, que advém das palavras zen (mudar) e kai (para melhor), permitiu que as empresas se tornassem competitivas no Japão. No seio do *Kaizen* está compreendido um esforço conjunto de todos os intervenientes para a procura da melhoria continua dos processos da organização (Imai, 2012; Titu et al., 2010). O *Kaizen* abrange variadas técnicas e práticas utilizadas com frequência nas indústrias japonesas, como por exemplo JIT (*Just in Time*) e TQC (*Total Quality Control*) (Imai, 2012). Facto que deve ser salientado é que *Kaizen* e *Lean* não representam o mesmo. *Kaizen* diz respeito a melhoria contínua e *Lean* é a eliminação de desperdícios (Ortiz, 2010).

Com a utilização do *Kaizen* em paralelo com mais ferramentas e técnicas de gestão japonesas adjacentes, é possível alcançar resultados bastante satisfatórios, quer seja nos processos produtivos, como na gestão de espaços (Borad & Patel, 2019; Ortiz, 2006).

Esta é uma ferramenta com uma aplicabilidade bastante saliente, dadas as suas valências no que concerne ao aumento da produtividade, levando a uma vantagem competitiva da empresa perante o mercado em que se insere (Titu et al., 2010).

São 6 as fases do processo de implementação do *Kaizen*, sendo elas (Borad & Patel, 2019; Gupta & Jain, 2014):

- Estudar o potencial da melhoria;
- Analisar os processos atuais;
- Sugerir uma ideia nova;
- Desenvolver um plano de implementação;
- Implementar o plano;
- Avaliação do novo método.

As 6 fases mencionadas anteriormente podem ser aplicadas na vida real com recurso por exemplo ao ciclo PDCA ou à análise dos 5W (Borad & Patel, 2019).

O ciclo PDCA é aplicado segundo 4 fases, fases essas que lhe dão o nome, sendo as seguintes (Al Smadi, 2009; Borad & Patel, 2019; Rodrigues et al., 2019):

1. *Plan* (planeamento): o objetivo é estabelecido e define-se o plano de ação que nos levará ao resultado pretendido;
2. *Do* (realizar/fazer): o plano de ação desenvolvido no ponto anterior é aplicado;
3. *Check* (verificar): analisa-se o desenrolar do plano, fazendo por perceber se o objetivo foi cumprido;
4. *Act* (atuar): o processo melhorado é padronizado, evitando assim que o problema inicial se repita. Caso os resultados não sejam alcançados, volta-se à primeira fase, fase de planeamento.

### 2.3.2 5S

É verossímil afirmar que a ferramenta 5S constitui a base para a implementação de qualquer atividade de melhoria (Costa et al., 2018). Esta é a ferramenta *Lean* mais utilizada na indústria e serviços, que tem como objetivo primordial a organização e limpeza dos locais de trabalho e de toda a organização em si.

Os 5S assentam em alguns princípios básicos, sendo eles (Míkva et al., 2016):

- Quanto mais limpo é um local de trabalho, mais breve pode ser a identificação dos problemas;
- Um local de trabalho mais limpo é mais seguro;
- Um ambiente frequente e bem organizado é mais previsível;
- A padronização e organização do local de trabalho permitem respostas mais rápidas;
- A comunicação sobre o estado de fabricação é mais fácil.

O nome “5S” é um acrónimo de cinco palavras japonesas que têm como letra inicial o “S”, e representam as 5 etapas que definem esta ferramenta (Jiménez et al., 2015). Essas cinco etapas são as seguintes: *Seiri* (Triagem), *Seiton* (Organização), *Seiso* (Limpeza), *Seiketsu* (Normalização) e *Shitsuke* (Autodisciplina). Cada uma das etapas constituintes da ferramenta encontra-se detalhada na Tabela 4.

Tabela 4 - Fases de implementação da ferramenta 5S. Adaptado de (Costa et al., 2018; Jiménez et al., 2015; Michalska & Szewieczek, 2007)

Fase	Descrição
<i>Seiri</i>	Triar os itens que compõem o espaço de trabalho, e dividir os mesmos em duas categorias: o que é necessário e o que não é necessário. De seguida, eliminar os itens não necessários e manter apenas os itens essenciais, ou seja, os necessários à realização das tarefas no espaço de trabalho.

<i>Seiton</i>	Organizar, ordenar e identificar os itens que se mantiveram no espaço de trabalho após a triagem feita na fase anterior. A organização deve ser feita em função do que é utilizado de forma mais frequente, permitindo que os itens sejam retirados e devolvidos dos seus lugares com facilidade.
<i>Seiso</i>	Realizar a limpeza e arrumação regular do espaço de trabalho e eliminar possíveis fontes de sujidade, aumentando assim a segurança do espaço.
<i>Seiketsu</i>	Normalizar os processos envolvidos na arrumação e limpeza do posto de trabalho, de forma a haver uma maior facilidade na manutenção dos padrões requeridos.
<i>Shitsuke</i>	Criar hábitos/disciplinar os colaboradores para manter e melhorar de forma contínua as condições do posto de trabalho, ou seja, promover o compromisso com a melhoria contínua.

Na Figura 9 é possível visualizar de uma forma sucinta a implementação dos 5S.



Figura 9 - Etapas de implementação da ferramenta 5S (Veres et al., 2018)

A aplicação dos 5S permite a simplificação dos postos de trabalho, a redução dos desperdícios (seja em tempo, em materiais, entre outros), e a melhoria da segurança dos trabalhadores, resultando daqui um aumento saliente da eficiência de todos os processos envolvidos (Hirano & Talbot, 1995; Michalska & Szewieczek, 2007).

Com a simplificação e organização dos postos de trabalho, as movimentações dos trabalhadores (para por exemplo procurar determinada ferramenta), nos postos são eliminadas ou reduzidas, anulando ou reduzindo paralelamente o desgaste físico dos trabalhadores. Consequentemente, a motivação dos trabalhadores aumenta, dado terem um posto de trabalho corretamente preparado para a realização das atividades (Hirano & Talbot, 1995; Michalska & Szewieczek, 2007).

A redução dos tempos de *setup* e aumento da disponibilidade dos equipamentos é uma realidade inerente à implementação desta ferramenta, dado que não se irá

perder tempo por exemplo na procura de determinada ferramenta. Este é um ponto importante, porque com uma redução desse mesmo tempo, a empresa tem a possibilidade de produzir mais e aumentar a rentabilidade das máquinas (Hirano & Talbot, 1995; Michalska & Szewieczek, 2007).

Numa análise geral dos benefícios que aplicação que os 5S têm para a empresa, temos a possibilidade de redução de custos, através da redução dos stocks, aumento da eficiência dos processos e dos equipamentos envolvidos e uma utilização do espaço mais proveitosa (Hirano & Talbot, 1995; Michalska & Szewieczek, 2007).

Recentemente, têm surgido autores que defendem a inserção de mais um “S” na organização do posto de trabalho. Esse novo “S” proposto é definido como *safety* (segurança), em que o objetivo primordial desta etapa é alcançar o número de zero acidentes no posto de trabalho, cumprindo todos os princípios de segurança (Míkva et al., 2016).

Num ambiente cada vez mais competitivo em que uma empresa se possa apresentar, é absolutamente necessária uma gestão eficaz dos processos da mesma. A ferramenta 5S é um excelente ponto de partida para qualquer empresa que tem o interesse em atingir os seus objetivos e alcançar uma posição competitiva, mostrando assim uma vez mais os pontos fortes que a implementação dos 5S têm (Veres et al., 2018).

Na Tabela 5 é possível observar os resultados da aplicação da ferramenta 5S numa empresa e num laboratório.

Tabela 5 - Exemplos de aplicação dos 5S

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Costa et al., 2018)	Neste trabalho, realizado numa empresa metalúrgica, foram analisados todos os problemas observados numa célula de usinagem, de forma a chegar a soluções e melhorar a própria célula, fazendo com que a mesma seja um lugar seguro para trabalhar. Foi aplicada essencialmente a ferramenta 5S, que levou a um alcance de ganhos a 3 níveis: produção, qualidade e segurança. Apesar de haver uma difícil perceção de quantificação dos ganhos que advém da aplicação dos 5S, é notório que o espaço ficou mais organizado e seguro, levando a um aumento da produtividade e a uma redução de desperdícios.
(Sari et al., 2017)	Neste trabalho, realizado num laboratório numa universidade na Indonésia, houve a implementação dos 5S com o intuito de facilitar os processos de trabalho e reduzir os desperdícios. Findo o projeto, a área do laboratório apresenta uma melhor utilização, em que é economizado tempo na procura e identificação das ferramentas e materiais, dadas as suas novas localizações e bom controlo visual.

### 2.3.3 Gestão Visual

Com o intuito de permitir que os operadores façam uma gestão e controlem com uma maior facilidade e de uma forma autónoma todos os processos em que se envolvem, mecanismos de utilização simples, também denominados mecanismo de gestão visual, devem ser adotados. A gestão visual pode ser aplicada de variadas formas, tais como recorrendo a sistemas de sinais luminosos, etiquetagem de ferramentas ou produtos, marcações no chão, entre outras. Esta aplicação da gestão visual facilita assim a identificação e formas de guardar determinados componentes, identificação de zonas de risco, e ainda passar a informação de como o processo se encontra (Tezel et al., 2016).

Variados tipos de mecanismos de gestão visual podem ser utilizados, tais como (Tezel et al., 2016):

- Sinalização com recurso a etiquetas de cor ou codificadas, permitindo a melhor identificação dos componentes;
- Sistemas *Kanban*, como por exemplo cartões;
- Técnica de *Poka-Yoke*, fornecendo assim uma técnica que reduz e evita erros simples humanos;
- *One-Point-Lesson* (OPL), dado que permitem definir o correto procedimento a realizar;
- Desenhos, fotos e protótipos, com o intuito de permitir visualizar o que se pretende;
- Tabelas de controlo, de forma a mostrar aos trabalhadores se o processo está a cumprir os pontos desejados;
- Gráficos de *Pareto*, permitindo visualizar os pontos com maior influência no processo.

A aplicação conjunta de mecanismos de gestão visual com a ferramenta 5S torna-se bastante satisfatória dado que a gestão visual favorece a aplicação dos 5S. Aqui, temos por exemplo, a identificação dos compartimentos para guardar determinados componentes com recurso a etiquetas ou uma imagem demonstrativa do que deve ser guardado no espaço estipulado (Imai, 2012).

### 2.3.4 5W2H

O 5W2H é uma ferramenta abrangente e de fácil utilização, que tem como objetivo identificar a causa raiz de um problema, e agir de seguida de acordo com a mesma. Esta ferramenta descodificada significa: *who, what, when, where, why, how* e *how much*, ou seja, quem, o quê, quando, onde, porquê, como e quanto. A ferramenta pode ser aplicada de forma rápida e intuitiva, e permite uma obtenção de respostas rápidas, podendo ser feita por qualquer pessoa de uma organização (Rodrigues et al., 2019; Lopes et al., 2019).

Na aplicação da mesma, um dos objetivos primordiais é a descoberta da causa-raiz que levou ao problema, com o intuito de poder eliminá-la o mais rápido possível, evitando assim o arrastamento ou ressurgimento do mesmo problema (Murugaiah et al., 2010).

Um dos pontos fracos que esta ferramenta apresenta é a possível presença de uma relação direta com a intuição do trabalhador que está a fazer a análise, podendo-se assim afastar do rumo pretendido (Murugaiah et al., 2010).

## 2.4 Metodologia SMED

### 2.4.1 Origem

A origem do SMED data de 1950, quando houve a necessidade de reduzir os tempos de *setup* na troca dos moldes das prensas utilizadas para a estampagem de peças na fábrica da Toyota. Assim, a solução foi desenvolvida por Shingeo Shingo, no Japão, tendo-se tornado uma metodologia aplicada em grande escala dadas as suas valências (Ahmad & Soberi, 2018; Silva et al., 2020).

SMED é um acrónimo para *Single Minute Exchange of Die* e diz respeito à metodologia que tem como objetivo analisar e melhorar o tempo perdido em mudanças de fabrico (Silva et al., 2020). A sua definição original refere que o objetivo é realizar as operações de *setup* numa duração inferior a 10 minutos, ou seja, numa duração de apenas um dígito de tempo (Wilson, 2010). A metodologia também pode ser denominada de “*quick changeover*”, ou seja, mudança rápida.

### 2.4.2 Descrição da Metodologia

Antes de descodificarmos a metodologia SMED, é necessário definir o que é realmente o tempo de *setup*, ou também chamado de *changeover time*. Este tempo é precisamente o tempo que decorre desde a produção da última peça de um lote até à produção da primeira peça com qualidade do lote seguinte. De referir que este intervalo contempla o período de desaceleração e aceleração da máquina que produz as peças (McIntosh et al., 2007).

Neste ponto, torna-se primordial distinguir os dois diferentes tipos de *setup* existentes, sendo eles:

- *Setup* interno: conjunto de operações de *setup* que apenas podem ser realizadas quando a máquina está parada;
- *Setup* externo: conjunto de operações de *setup* que podem ser realizadas quando a máquina está em funcionamento.

A implementação da metodologia SMED é composta pela realização de 4 diferentes fases, identificadas e descritas na Tabela 6.

Tabela 6 - Fases de implementação do SMED (Dillon &amp; Shingo, 1985; Ferradás &amp; Salonitis, 2013)

Fases de implementação do SMED	Descrição
Fase preliminar: <i>setup</i> interno e externo não diferenciados	<p>É feita a medição de tempos e análise da situação atual/inicial. Nesta fase inicial ainda não há qualquer distinção entre as operações internas e externas, sendo o processo desorganizado e não planejado (Dillon &amp; Shingo, 1985).</p> <p>Esta fase deve incluir a participação dos trabalhadores responsáveis pelas tarefas de <i>setup</i> em análise e para a realização eficaz desta fase, podem ser usadas as seguintes técnicas (Ferradás &amp; Salonitis, 2013):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo dos métodos;</li> <li>• Filmagem das diferentes atividades realizadas;</li> <li>• Cronometragem dos tempos;</li> <li>• Comunicar/entrevistar os trabalhadores.</li> </ul>
Fase 1: fase de separação do <i>setup</i> interno e externo	<p>Aqui interroga-se perante a real necessidade de ter a máquina parada para realizar determinada tarefa. Assim, é feita a organização e identificação das operações internas e externas. Muitas das tarefas já podem estar a ser realizadas externamente, mas também muitas podem estar a ser realizadas com a máquina parada sem haver necessidade disso (Dillon &amp; Shingo, 1985).</p> <p>Assim, com o intuito de facilitar a realização desta fase, podem ser usadas variadas técnicas, tais como (Dillon &amp; Shingo, 1985; Ferradás &amp; Salonitis, 2013):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização de <i>checklists</i>: permitem fazer um apanhado dos elementos relevantes para a realização da tarefa, como por exemplo ferramentas, operadores, materiais, etc;</li> <li>• Verificação das condições de funcionamento: diz-nos se os recursos necessários para a tarefa estão disponíveis e em boas condições;</li> <li>• Etc.</li> </ul>
Fase 2: conversão dos <i>setup</i> interno em externo	<p>Nesta fase é realizada a conversão das operações internas em externas e realizada a redução dos tempos associados às mesmas. A separação das atividades realizadas na fase anterior não é suficiente para o objetivo da aplicação da metodologia. Assim, com a conversão das atividades conseguiremos reduzir o tempo de paragem do equipamento, maximizando assim o</p>

---

tempo produtivo. Esta é uma das fases que requer maior concentração na análise das tarefas, requerendo o espírito crítico e a experiência dos trabalhadores envolvidos (Dillon & Shingo, 1985).

Como técnicas apresentadas para uma correta e eficaz realização desta fase, podemos destacar a preparação prévia das operações do *setup* interno, colocando por exemplo os materiais, ferramentas e equipamentos mais próximos do local em que vão ser utilizados, facilitando assim a realização das tarefas num curto espaço de tempo (Dillon & Shingo, 1985; Ferradás & Salonitis, 2013).

---

O objetivo desta última fase é realizar uma melhoria na totalidade das tarefas de ambos os dois tipos de *setup*, tornando as operações de realização facilitada, rápida e segura (Dillon & Shingo, 1985).

As atividades de *setup* interno são as que requerem sempre um pouco mais de atenção dado necessitarem da máquina parada para a sua realização. Assim, para a melhoria da realização das mesmas, podem ser adotadas diferentes técnicas, tais como (Dillon & Shingo, 1985; Ferradás & Salonitis, 2013):

Fase 3:  
otimização da  
totalidade das  
operações de  
*setup*

- Implementação de tarefas em paralelo: realizar as várias tarefas simultaneamente, inserindo assim mais trabalhadores na realização das mesmas;
- Eliminação de possíveis ajustes/afinações: realizar as tarefas o mais acertadamente e completas possíveis, evitando assim dispensar tempo para controlos e ajustes;
- Implementação de fixadores rápidos: utilização de componentes de auxílio à rápida montagem e desmontagem dos mais variados componentes;
- Automação: tornar as operações o mais automáticas possível, de forma a reduzir e/ou eliminar o trabalho que é feito manualmente. Ter em atenção que é uma técnica que pode ser bastante dispendiosa e não compensar os ganhos obtidos.

Quanto às atividades externas, as mesmas normalmente correspondem ao armazenamento e transporte de materiais, ferramentas, entre outros, e com o intuito de facilitar a realização dessas mesmas tarefas, pode ser utilizada a ferramenta 5S para identificar e armazenar de uma forma apropriada e eficaz tudo o que é necessário à realização das tarefas (Dillon & Shingo, 1985).

Segundo Shingo, com um esforço bem estruturado para a realização das tarefas essenciais da totalidade do setup como setup externo, é possível atingir uma redução do setup interno entre 30 e 50%. Shingo também afirma que a implementação da fase 2 pode levar a melhorias entre 10 e 30% da totalidade temporal do setup interno relativamente à fase 1 (Dillon & Shingo, 1985).

Para permitir uma melhor análise e aprendizagem do que foi dito relativamente às 4 diferentes fases de implementação do SMED, na Figura 10 é apresentado um esquema demonstrativo.

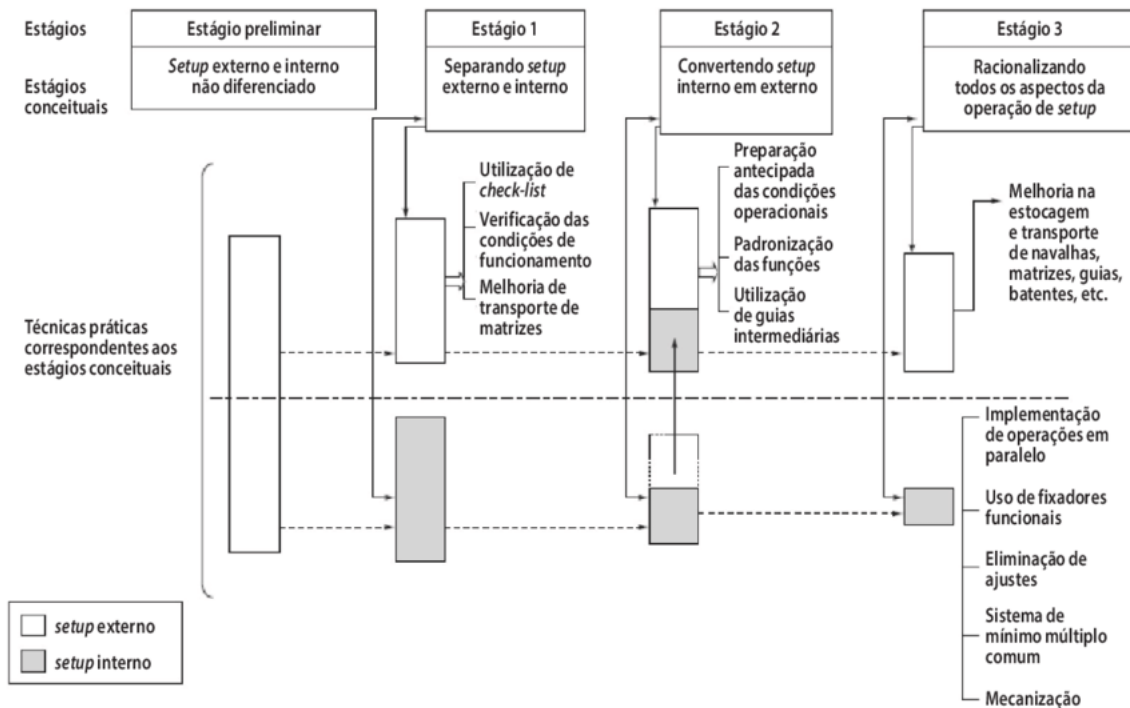


Figura 10 - Fases de implementação do SMED (Shingo, 2000)

Há que salientar que a implementação apenas da metodologia SMED pode não garantir os resultados esperados. Para uma melhor implementação é necessário ter uma equipa motivada, com uma boa formação e sabedora de todos os processos, facilitando assim a redução de possíveis hesitações na realização das tarefas (Ferradás & Salonitis, 2013).

Há uma necessidade corrente de padronização e controlo da implementação de SMED, impondo assim a aplicação do estipulado e acompanhamento dos tempos atingidos em *setup* devido à desmotivação e falta de importância dadas pelas equipas de trabalhadores que realizam os *setups* (Ferradás & Salonitis, 2013).

#### 2.4.3 Indicador OEE

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é um indicador que mede a eficiência global com que um equipamento está a ser utilizado (Ch & Shook, 2008). Este indicador foi proposto por Nakajima (1988), e para o cálculo do mesmo é essencial realizar uma

identificação de todas as perdas relacionadas com os equipamentos, de forma a minimizar as mesmas e a sua influência, e aumentar a eficiência global dos mesmos.

Há três principais origens de perdas de produção relacionadas com os equipamentos (Nakajima, 1988):

- Perdas causadas por paragens não planeadas;
- Perdas resultantes da não utilização do equipamento à sua velocidade nominal;
- Perdas por produtos que não cumprem as suas especificações.

A partir das principais origens relatadas anteriormente, Nakajima (1988) definiu as seis grandes perdas do equipamento de produção, identificadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Os 6 grandes tipos de perdas (Nakajima, 1988)

Tipo de perda	Definição
Avárias	Ocorre quando existem falhas nos equipamentos, provocando assim a sua paragem.
Setup	Perdas resultantes pela mudança de produção de um produto "X" para um produto "Y". As mesmas dizem respeito à limpeza do equipamento e do posto de trabalho, extração das peças/ferramentas do fabrico anterior, colocação das do novo fabrico e possíveis ajustes.
Interrupções	Problemas de curta duração e de rápida reparação.
Redução de velocidade de produção	Não utilização do equipamento à sua velocidade de produção teórica.
Defeitos no processo	Perdas geradas por defeitos no produto, que levará a um retrabalho do mesmo, ou em caso extremo, eliminado dado não cumprir os requisitos e não ser possível recuperar o mesmo.
Rejeições ao longo do processo	Peças produzidas no estado inicial da produção, onde são feitos os ajustes dos equipamentos.

O cálculo deste indicador é feito recorrendo à multiplicação de três índices, sendo eles a disponibilidade, a performance e a qualidade, tal como é possível ver pela Equação 1 (Sousa et al., 2018).

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (1)$$

Quanto à Disponibilidade (Equação 2), a mesma relaciona o tempo de produção com o tempo efetivo de produção do equipamento. De salientar que o tempo efetivo de produção tem em consideração as perdas por paragem devido a avarias e tempos de *setup* (Sousa et al., 2018).

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo planeado de produção} - \text{Tempo das paragens não planeadas (horas)}}{\text{Tempo planeado de produção (horas)}} \quad (2)$$

Quanto à *Performance*, a mesma resulta do cálculo da relação do número de peças produzidas e do objetivo total de produção (tendo em conta as cadências teóricas estabelecidas previamente) tal como podemos ver pela Equação 3 (Sousa et al., 2018).

$$Performance = \frac{Peças\ produzidas\ num\ determinado\ período\ de\ tempo}{Standard\ de\ produção\ de\ uma\ peça * Período\ de\ tempo} \times 100 \quad (3)$$

Quanto ao cálculo do índice de Qualidade, é necessário fazermos um levantamento do número de peças produzidas e das peças não conformes. Para esse cálculo, segue-se a Equação 4 (Sousa et al., 2018).

$$Qualidade = \frac{Total\ de\ peças\ boas\ (unidades)}{Total\ de\ peças\ produzidas\ (unidades)} \times 100 \quad (4)$$

O processo de mudança de produção do produto “X” para o produto “Y”, também chamado de *setup*, é uma atividade por vezes com uma duração bastante elevada, que não traz qualquer valor ao produto, mas tem um grande impacto no indicador OEE (Braglia et al., 2017). Com uma redução do tempo de mudança de produção entre dois produtos, é provável que o valor do OEE aumente, dado que a disponibilidade aumenta, sendo assim satisfatório para a empresa (Joshi & Naik, 2012a).

Um valor de OEE igual a 100% pode ser definido como um objetivo muito difícil de atingir, dado que para atingir-se tal valor há a necessidade de produzir sem qualquer paragem e conseguir os níveis de produtividade teóricos sem a existência de qualquer defeito. O valor ideal de OEE é de aproximadamente 85%, resultante de uma disponibilidade de 90%, uma *performance* de 95% e uma qualidade de 99% (Nakajima, 1988).

#### 2.4.4 Benefícios do SMED

A utilização desta metodologia traz variadas vantagens que representam ganhos bastante importantes para as mais variadas indústrias. Atualmente, há uma procura por parte dos clientes de, não só preços mais reduzidos, mas também entregas feitas no menor espaço temporal possível e com uma maior qualidade e precisão.

Assim, as suas vantagens devem ser referenciadas de modo a salientar os ganhos que as empresas podem ter com a sua implementação, sendo elas:

- Redução do desperdício inerente à produção (Dillon & Shingo, 1985);
- Aumento da eficiência das máquinas envolvidas na produção e da eficiência global da fábrica (Ani Che & Bin Shafei, 2014; Dillon & Shingo, 1985);
- Redução de *stocks*, que como já mencionado, promove uma melhor utilização dos espaços e uma redução de custos de manutenção dos mesmos (Dillon & Shingo, 1985);
- Eleva o valor do produto, dado promover a redução dos tempos de *setup* (Dillon & Shingo, 1985);
- Melhoria dos processos realizados (Dillon & Shingo, 1985);

- Facilmente é possível obter reduções nos tempos de *setup*, entre 70 e 90% (Das et al., 2014; Van Goubergen & Van Landeghem, 2002);
- Melhores condições de segurança, promovidas pela simplificação das tarefas a realizar (Dillon & Shingo, 1985);
- Espaço de trabalho melhor organizado e com apenas o que é necessário (Dillon & Shingo, 1985);
- Redução do tempo não produtivo (Boran & Ekincioglu, 2017);
- Simplificação e padronização das operações (Boran & Ekincioglu, 2017);
- Entregas feitas com maior brevidade, dado ser mais fácil e prático produzir lotes mais pequenos (Van Goubergen & Van Landeghem, 2002);
- Não requer uma elevada quantidade de matéria prima, dado ser mais fácil produzir lotes diferentes e em pequenas quantidades (Dillon & Shingo, 1985);
- Redução de custos gerais (Van Goubergen & Van Landeghem, 2002);
- Aumento geral da qualidade do produto final (Dillon & Shingo, 1985).

#### 2.4.5 Dificuldades do SMED

A aplicação do SMED no seio de uma empresa também apresenta as suas limitações que devem ser reduzidas ou, numa situação excelente, eliminadas, prevalecendo assim todas as suas vantagens, sem serem afetadas pelas desvantagens. Ao longo dos anos, a metodologia tem sofrido variadas análises, e têm sido identificados alguns pontos menos fortes ou de difícil aplicação. Assim, com o pressuposto de referenciar as suas desvantagens, as mesmas são enumeradas de seguida:

- Uma redução ao máximo dos tempos de *setup* leva a um aumento do número de produções, repetidas ou não, tornando a produção num ciclo repetitivo. Tudo isto exige uma maior capacidade de resposta dos operadores, ficando os seus tempos necessários de paragem em défice (Kester et al., 2013; Van Goubergen & Lockhart, 2005);
- Os ganhos monetários com o aumento da produtividade que advém da redução dos tempos de *setup*, poderá ficar penosa com as necessidades dos trabalhadores de maior descanso, ou até mesmo em casos extremos, de lesões provocadas pelo excesso de repetição cíclica das tarefas na produção (Kester et al., 2013);
- O design das ferramentas e equipamentos utilizados influencia a eficácia do SMED, dado que, os mesmos podem não permitir que se reduza tanto quanto esperado o tempo para a realização de determinadas tarefas, ou seja, o tempo de *setup* (McIntosh et al., 2007);
- Os períodos de aceleração e desaceleração presentes no *setup* devem requerer também uma análise atenta, dado também terem importância no *setup*. Assim, a implementação do SMED deve também ter em atenção estes dois diferentes

períodos, dado que nos mesmos são criados desperdícios (McIntosh et al., 2000);

- Há uma grande quantidade de informação relativa às mais variadas vantagens da aplicação desta metodologia, mostrando o seu sucesso nas variadas indústrias. Nem sempre a sua aplicação é satisfatória e obtém-se bons resultados, mas relativamente a essas situações não se encontra muita informação disponível, nem são publicadas as causas dessas iniciativas falhadas, que iriam permitir melhorar e inovar toda a metodologia (Ferradás & Salonitis, 2013);
- Uma aplicação demasiado rigorosa poderá levar a uma ineficácia da aplicação do SMED (McIntosh et al., 2000);
- As melhorias impostas pelo SMED são maioritariamente direcionadas para a redução dos tempos de *setup* das máquinas. No entanto, também deverá existir um direcionamento de esforços e implementações para as atividades realizadas pelos trabalhadores, no sentido de lhes dar melhores condições e motivação para realizarem as tarefas de uma forma mais simplificada e entusiasmada (Boran & Ekincioglu, 2017);
- Ainda há a presença de um défice de ferramentas adequadas e eficazes para apoiar a implementação da metodologia (Braglia et al., 2017).

#### 2.4.6 Exemplos de Aplicação

Como já foi mencionado anteriormente no decorrer deste trabalho, a metodologia SMED tem sido alvo de variadíssimos estudos e aplicações práticas por parte de investigadores, empresas e profissionais das mais variadas indústrias mundiais. Desta forma, nesta subsecção do projeto são apresentados alguns exemplos da aplicação desta metodologia. Para cada um dos exemplos, é possível saber onde foi aplicado, o seu objetivo e quais os resultados obtidos, tal como podemos ver na Tabela 8.

Tabela 8 - Exemplos de aplicação do SMED

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Vieira et al., 2020)	Neste trabalho, o foco foi aumentar a disponibilidade de uma máquina perfiladora que se apresentava com tempos de <i>setup</i> bastante elevados, com um objetivo principal de reduzir em 20% o tempo médio de <i>setup</i> da mesma. Foi aplicada a metodologia SMED e o trabalho padronizado com o intuito de atingir o objetivo proposto e aumentando assim a produção. Como resultados deste trabalho, teve-se: <i>setup</i> padronizado, redução de 38% do tempo total de <i>setup</i> da máquina, redução de 53% do tempo de <i>setup</i> interno, aumento da capacidade de produção das máquinas, redução da sucata produzida em ajustes desnecessários de

---

	programação e aumento de 7,7% do OEE.
(Vieira et al., 2019)	Neste trabalho, foi aplicada a metodologia SMED no processo de perfilagem a frio de uma indústria metalúrgica, num conjunto de 5 diferentes máquinas. Os resultados da implementação do SMED mostraram uma melhora significativa na disponibilidade dos equipamentos, que levou a um aumento médio de 10,8% do OEE. Ficou salientado pelos resultados atingidos que através da implementação deste tipo de metodologia podem ser alcançadas melhorias bastante satisfatórias e significativas.
(Ribeiro et al., 2019)	Neste trabalho, desenvolvido numa empresa produtora de plásticos para a área automóvel, o âmbito do mesmo era a redução de tempos de ciclo e melhorar a eficiência nas linhas de produção. No decorrer do trabalho variadas ferramentas <i>Lean</i> foram utilizadas, como os 5S e a metodologia SMED, para a identificação de oportunidades de melhoria e possíveis soluções para os problemas existentes. Com a utilização das mesmas obteve-se um aumento de 16% no OEE do processo de pintura de tampas, aumento de 17% no OEE na pintura de para-choques e 18% no OEE do processo de injeção. Ficou aqui mais uma vez demonstrado as valências que a aplicação das ferramentas <i>Lean</i> têm.
(Monteiro et al., 2019)	Neste trabalho, desenvolvido numa empresa que atua no setor metalúrgico, estipulou-se como objetivo a eliminação dos desperdícios e o aumento da produtividade no processo de maquinagem efetuado. Com o recurso ao <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) e a fluxogramas, todo o processo inicial foi analisado, em que, posteriormente aplicou-se a metodologia SMED. O objetivo na utilização da mesma era obviamente a redução dos tempos de <i>setup</i> , tendo esse mesmo objetivo sido cumprido, dado ter-se verificado uma redução de 40% no tempo de <i>setup</i> de fresas verticais e aproximadamente 57% nas fresas horizontais.
(Martins et al., 2018)	Neste trabalho, foi realizada a análise da aplicação da metodologia SMED numa máquina de feixe de eletrões, dada a grande utilidade que a mesma apresenta em diferentes aplicações. Aqui, a pesquisa principal foi realizada como um estudo de caso num fornecedor automotivo de primeira linha. Os resultados atingidos foram satisfatórios, dado que a aplicação da metodologia SMED não só permitiu uma redução do tempo de <i>setup</i> em mais de 50%, mas também, a eliminação a 100% da sucata formada por ações pré-determinadas.
(Sousa et al., 2018)	Neste trabalho, realizado numa indústria de cortiça portuguesa, foi proposta uma melhoria de um equipamento, introduzindo uma variação, através da aplicação de métodos <i>Lean</i> . Foi aplicada a

---

---

metodologia SMED, com o intuito de reduzir tempos de trocas de ferramentas. Com a aplicação do SMED obteve-se uma redução de 43% no tempo total de troca de ferramenta, ficando assim salientado que a aplicação de ferramentas *Lean* traz retornos sólidos sem grandes investimentos por parte da empresa.

---

(Roriz et al.,  
2017)

Neste trabalho, realizado na área industrial, foram aplicadas variadas ferramentas *Lean*, com o intuito de analisar e melhorar todo o processo. Na realização da análise inicial foram construídos diagramas de Ishikawa, diagramas de Pareto, entre outras ferramentas, e de seguida propostas de melhoria foram aplicadas na área de colagem, recorrendo aos 5S, SMED e gestão visual. Para além da organização e disposição dos componentes no espaço de trabalho, foi obtida uma redução de aproximadamente 47% dos tempos de *setup*, ficando a empresa a poupar cerca de 10000€ mensais, mostrando assim todas as vantagens da aplicação das variadas ferramentas e metodologia.

---

(Rosa et al.,  
2017)

Neste trabalho, desenvolvido numa empresa do setor automóvel, notou-se uma necessidade na redução de tempos de *setup*. Assim, o estudo abordou a aplicação da metodologia SMED, em paralelo com a aplicação de ferramentas *Lean* (5S, gestão visual e trabalho padrão), com o objetivo primordial de reduzir o desperdício inerente à troca de ferramentas. As mudanças realizadas na linha levaram a uma redução semanal de aproximadamente 58.3% nos tempos de *setup*, levando assim a um aumento da disponibilidade da linha em estudo, e da capacidade produtiva da mesma. Com o alcance que a aplicação da metodologia teve na linha de produção, a empresa direcionou esforços para a aplicação nas restantes linhas da fábrica.

---

(Suhardi et  
al., 2015)

Neste trabalho, realizado numa indústria de produção de mobiliário na Indonésia, havia um objetivo simples e direto: aumentar a produtividade e reduzir o desperdício. Este objetivo foi completado com recurso ao SMED, trabalho padrão e VSM. Conseguiu-se uma redução de aproximadamente 53% do tempo de *setup* e uma melhoria do desempenho dos trabalhadores em cerca de 67%, conseguindo-se paralelamente uma redução dos desperdícios.

---

(Borges  
Lopes et al.,  
2015)

Neste trabalho, realizado em duas empresas portuguesas dos setores alimentar e de bebidas, foram implementadas ferramentas *Lean*, com o objetivo da melhoria dos processos. Houve a aplicação de variadas ferramentas, mas destacam-se os 5S e o SMED. Como resultados obteve-se uma redução de mais de 21% no tempo total do processo de moldação a sopro e de aproximadamente 37% no processo de etiquetagem de garrafas. Aliado às reduções mencionadas anteriormente, o espaço de trabalho passou a apresentar-se mais limpo e organizado.

---

---

(Das et al., 2014)	<p>Neste trabalho, realizado na <i>Blue Star Limited</i>, empresa produtora de bobinas de ar condicionado, foi implementada a metodologia <i>Lean Thinking</i>, com o objetivo de melhorar a produtividade. Com a aplicação prática de ferramentas <i>Lean</i> como o SMED, VSM e <i>Kaizen</i>, o total de bobinas produzidas por turno viu o seu valor aumentado cerca de 77%, passando de 121 para 214 unidades. Por sua vez, o tempo de <i>setup</i> na máquina de expansão de bobinas passou de 1 hora para apenas 20 minutos.</p>
(Costa et al., 2013)	<p>Neste trabalho houve a aplicação do SMED e, no final, ficou bem demonstrada a sua eficácia. O mesmo teve aplicação na área da metalo-mecânica, numa empresa de elevadores. Inicialmente foi feito um levantamento de tempos, em que se recolheu um tempo médio de <i>setup</i> de 21,64 minutos. Após a aplicação do SMED verificou-se que o tempo médio de <i>setup</i> reduziu bastante, tendo sido de 8,18 minutos. Com a realização de alguns cálculos concluiu-se que o ganho/poupança por ano correspondia a cerca de 1628€.</p>
(Halim et al., 2013)	<p>Neste trabalho, realizado numa empresa de montagem de automóveis, houve a aplicação do <i>Lean Manufacturing</i> com o objetivo do aumento do desempenho do sistema produtivo. Com uma análise imersiva de todo o estado inicial, passou-se à aplicação do SMED. No final do projeto houve a obtenção de números bastante satisfatórios, tendo sido eles: redução de cerca de 95% no tempo de <i>setup</i>, 83,50% do tempo de lead time de entrega do produto ao cliente e a redução de cerca de 17% do tempo de ciclo.</p>
(Joshi & Naik, 2012b)	<p>Neste trabalho, o SMED foi aplicado numa empresa do setor automóvel com o objetivo de reduzir os tempos em duas tipologias de máquinas: máquinas do tipo <i>Vertical Machining Center</i> e máquinas de fresagem. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios dado terem obtido uma redução de cerca de 20% no tempo total de <i>setup</i>. Os valores antes da aplicação de SMED eram de 480 segundos, e após a aplicação passaram para cerca de 385 segundos. Por sua vez, a produção teve um aumento de 4200 peças por mês para 4400 peças por mês.</p>
(Ulutas, 2011)	<p>Neste trabalho, realizado numa empresa de produção de variados tipos de embalagens, o estudo recaiu sobre uma máquina de injeção, tendo-se obtido valores iniciais de <i>setup</i> de aproximadamente 5/6h. Após a aplicação de SMED, o valor teve uma descida acentuada, caindo para metade do valor levantado inicialmente, melhorando assim a qualidade dos <i>setups</i> realizados. Ficou mencionado ainda que tudo isto só foi e é possível com a vontade e <i>skills</i> dos trabalhadores durante a realização de todas as atividades.</p>

---

Tal como foi possível ver na literatura, o SMED é uma metodologia bastante útil, que a cada utilização mostra as suas valências na resolução de variados problemas existentes.

## 2.5 Análise RAM

A análise RAM centra-se em 3 grandes pilares, que lhe dão o nome, que são: Fiabilidade (*Reliability*), Disponibilidade (*Availability*) e Manutenibilidade (*Maintainability*). A Fiabilidade diz-nos a probabilidade de não falhar, a Disponibilidade diz-nos a probabilidade de estar disponível sempre que necessário e a Manutenibilidade diz-nos a probabilidade de reparar caso falhe (Barberá et al., 2012; Sharma & Kumar, 2010).

Esta análise permite alcançar informações verdadeiramente importantes sobre os ativos estudados, e dessa forma tomar decisões e traçar planos para retirar o maior valor possível desses mesmos ativos, tendo em consideração o seu tempo de vida. Assim, é aplicado um conjunto de métodos, ferramentas e técnicas, para alcançar um estado de produtividade máximo, e paralelamente uma redução do risco de avaria (Sharma & Kumar, 2010).

Desta forma, a partir da análise RAM, certas questões podem ser respondidas, tais como:

- Qual é a probabilidade de um ativo manter-se disponível, ou seja, sem falhar, num determinado período temporal?
- Quando o ativo falha, qual é a probabilidade do mesmo ser reparado dentro de um determinado período de tempo?
- Qual a percentagem temporal que o ativo esteve operacional (gerando valor, ou seja, em produção)?

O MTTR (*Mean Time To Repair*) é representativo do tempo médio de reparação de uma avaria no período em análise. A sua fórmula de cálculo é definida pela Equação 5 (Barberá et al., 2012; Kumar & Singh, 2020).

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paragem}}{N^{\circ} \text{ de reparações}} \quad (5)$$

Quanto ao MTBF (*Mean Time Between Failure*), o mesmo é representativo do tempo médio entre falhas, e mostra a fiabilidade de um determinado equipamento para um dado período temporal, sendo a sua fórmula de cálculo definida pela Equação 6 (Barberá et al., 2012; Kumar & Singh, 2020).

$$MTBF = \frac{\text{Tempo total disponível} - \text{Tempo de paragem}}{N^{\circ} \text{ de reparações}} \quad (6)$$

A Fiabilidade é o primeiro indicador a dar nome à análise RAM, sendo que o mesmo é definido, em forma de previsão, como sendo a probabilidade de um equipamento ou

componente manter-se em funcionamento, ou seja, cumprindo a função requerida, num determinado período de tempo definido (por exemplo 1 semana, 1 mês ou 1 ano). Para o seu cálculo (Equação 7) é necessário definir o período de confiança que se pretende analisar, o MTBF e a taxa de falha (Equação 8) (Jagtap et al., 2021; Kumar & Singh, 2020).

$$C(t) = e^{-\lambda*t} \quad (7)$$

$$\text{Taxa de Falha } (\lambda) = \frac{1}{MTBF} \quad (8)$$

A Disponibilidade é o segundo indicador a dar nome à análise RAM e o mesmo é referente à disponibilidade que um ativo representa no processo produtivo, em formato de percentagem, e quanto maior essa percentagem, maior é a probabilidade desse mesmo ativo se mostrar disponível para cumprir a sua função. A sua fórmula de cálculo é definida pela Equação 9 (Jagtap et al., 2021; Kumar & Singh, 2020).

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100 \quad (9)$$

A Manutenibilidade é o último dos 3 indicadores que integram a análise RAM, e o mesmo é referente à probabilidade de se realizar a reparação/manutenção de um equipamento dentro de uma média histórica dos tempos de reparo - média dos MTTR para o período em análise. A sua fórmula de cálculo é definida pela Equação 10 e tem em conta a taxa de reparo (Equação 11) (Jagtap et al., 2021; Kumar & Singh, 2020).

$$M(t) = 1 - e^{-\mu*t} \quad (10)$$

$$\text{Taxa de reparo } (\mu) = \frac{1}{MTTR} \quad (11)$$

Tendo em conta todos os dados resultantes dos cálculos realizados nesta análise RAM, deverão ser calculadas a Fiabilidade, a Manutenibilidade e a Disponibilidade do sistema, ou seja, do conjunto de todas as partes analisadas, no sentido de ter uma perspetiva dos valores dos 3 indicadores para o sistema completo (Mohammadi et al., 2016).

A fórmula de cálculo da Confiabilidade de um processo/linha de produção é em função de se o sistema se apresenta em série (Figura 11) ou em paralelo (Figura 12).

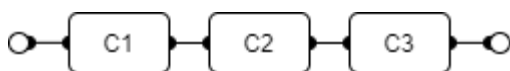


Figura 11 - Esboço de sistema produtivo em série

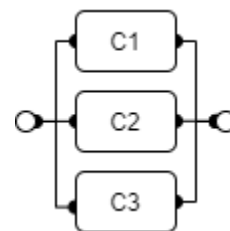


Figura 12 - Esboço de sistema produtivo em paralelo

Posto isto, as fórmulas de cálculo da Confiabilidade para um sistema em série e para um sistema em paralelo, são definidas pela Equação 12 e pela Equação 13, respetivamente (Mohammadi et al., 2016). Nas equações referenciadas é possível observar as fórmulas de cálculo da Confiabilidade do sistema, mediante este se apresente em série ou em paralelo.

$$C(t) = C1 * C2 * C3 * (...)$$
 (12)

$$C(t) = 1 - (1 - C1) * (1 - C2) * (1 - C3) * (...)$$
 (13)

Para o cálculo da Disponibilidade ou Manutenibilidade do sistema, as fórmulas de cálculo são novamente as definidas pelas Equações 12 e 13 (mediante o sistema em análise), mas fazendo a alteração das letras C's, por D's ou M's, caso o objetivo seja calcular a Disponibilidade ou Manutenibilidade do sistema, respetivamente.

Com os resultados dos 3 indicadores da análise RAM, é necessário na fase final analisar os mesmos. Desta forma, é necessário ter em conta que o aumento da disponibilidade de um determinado ativo ou até mesmo de uma linha completa de ativos, está relacionado com o aumento paralelo da fiabilidade desse ativo ou da linha de ativos por um período de previsão superior e também o aumento da própria manutenibilidade dos mesmos (tempos de reparação inferiores). Resumidamente, para uma probabilidade de falha inferior, com uma probabilidade de reparação superior, a disponibilidade do ativo será superior, levando a uma produtividade superior, tal como desejável, gerando valor para a empresa (Jagtap et al., 2021; Kumar & Singh, 2020).

## 2.6 Manutenção Autónoma

A Manutenção Autónoma pode ser definida como um conjunto de atividades/tarefas de manutenção, realizadas em estado de disponibilidade, pelos próprios operadores das máquinas e consiste em ações de manutenção simples (Rosimah et al., 2015). De uma forma simples, os operadores são responsáveis por cuidar dos equipamentos em que estão alocados, evitando a deterioração dos mesmos (Santos et al., 2012).

O grande objetivo desta tipologia de manutenção diz respeito à eliminação do tempo despendido em paragens no sistema produtivo associadas a falhas da máquina, que afetam o próprio desempenho do fluxo produtivo. Desta forma, a implementação de Manutenção Autónoma traduz-se num aumento da disponibilidade da máquina em que a mesma é aplicada, na redução de desperdícios e na garantia de uma maior qualidade dos produtos fabricados (Guariente et al., 2017).

A Manutenção Autónoma corresponde a um dos 8 pilares do TPM, e foca-se no desenvolvimento dos operadores, para que os mesmos tenham capacidade para realizar tarefas de manutenção simples, tais como limpeza do equipamento ou

determinado componente, inspeção, lubrificação, reparações simples, substituição de componentes e afinações (Poór et al., 2015).

O desenvolvimento dos operadores para as variadas tarefas que são necessárias realizar, é ganho no dia a dia, enquanto os mesmos manuseiam a(s) máquina(s), permitindo-lhes ganhar experiência e ter uma melhor noção das necessidades dos próprios equipamentos. Assim, estas pessoas estão munidas da capacidade de diminuir ou até eliminarem os tempos de inatividade da máquina para resolução de avarias/falhas que possam surgir (Molenda, 2016).

A Manutenção Autónoma é implementada segundo 7 etapas diferenciadas, estando as mesmas identificadas na Tabela 9 (Molenda, 2016).

Tabela 9 - As 7 fases da implementação da Manutenção Autónoma - Adaptado de (Molenda, 2016)

<b>Fase</b>	<b>Denominação</b>	<b>Objetivo</b>
1	Limpeza geral inicial	Eliminar toda a sujidade presente no equipamento.
2	Remoção de fontes de poluição e locais de difícil acesso	Detetar e remover fontes de poluição e locais de difícil acesso que dificultam a limpeza da máquina e o acesso a áreas críticas.
3	Standards de limpeza	Introdução de padrões visuais, limpeza e lubrificação para que seja despendido o menor tempo nas tarefas.
4	Inspeção geral	Munir os operadores de capacidade para detetar falhas nos equipamentos e inspecionar os mesmos.
5	Inspeção autónoma	Unir os resultados das fases 3 e 4, e elaborar as folhas de manutenção autónoma.
6	Garantia da qualidade	Potencializar as ações passadas com operações para garantir a qualidade dos produtos, tal como construção e instalação de equipamentos Poka-Yoke, evitando um erro ou para detetar defeitos antes que eles possam alcançar a próxima etapa do processo.
7	Melhoria contínua	Aprimorar e consolidar tudo o que foi realizado nas fases anteriores.

O leque de aplicação desta tipologia de manutenção é basto, como por exemplo no setor automóvel, no setor das telecomunicações, metalúrgica e também na área da agricultura (Guariente et al., 2017).

# 3. ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

3.1 Processo Produtivo

3.2 Identificação de problemas

3.3 Propostas de melhoria

3.4 Análise de resultados



## 3 ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

No presente capítulo será feita uma apresentação do processo produtivo da empresa, uma apresentação das linhas em que o projeto se insere, e após isso são identificados os problemas e são propostas as melhorias para eliminar esses mesmos problemas, mencionando todos os pontos de especial relevância para a obtenção dos resultados desejados.

### 3.1 Processo Produtivo

A Solidal dedica-se à produção de cabos elétricos para transporte e distribuição de energia. A gama de fabrico divide-se em dois grandes grupos: cabos nus e cabos isolados. Os cabos nus por conseguinte dividem-se em 4 grupos: ACSR/LA, AAAC, AACSR e OPGW. Os cabos isolados também se encontram divididos em grupos, sendo eles 3: baixa tensão, média tensão e alta tensão.

Na Figura 13 é possível visualizar a disposição dos pavilhões constituintes da empresa, que permitirão uma melhor compreensão da explicação do processo produtivo fundamentado de seguida.



Figura 13 - Disposição dos pavilhões da Solidal

Para a produção dos cabos elétricos, são necessárias variadas matérias-primas e a passagem por diversos processos de transformação. Os cabos são constituídos por uma alma condutora, que pode ser de alumínio ou cobre. Para o alumínio, o mesmo é transformado internamente na empresa, chegando à mesma em forma de lingote, e por um processo de fundição, no pavilhão 2, em que são adicionadas mais matérias-primas, o mesmo é transformado em varão de 9,5mm. Para o caso do cobre, o mesmo é adquirido externamente já em varão de 9,5mm. Após este ponto, o varão é trefilado para o diâmetro desejado, nos pavilhões 4, 9 e 10, e posteriormente a este processo, um conjunto de fios (que resultam da fase anterior) são cableados (nos pavilhões 10, 3 e 1), criando assim uma alma multifilar. A fase da trefilagem e do cableamento têm muitas variáveis intrínsecas ao processo, dado que o mesmo pode ser trefilado para variados diâmetros e posteriormente cableado em várias camadas de fios e com diferentes diâmetros.

Com as almas resultantes do cableamento, as mesmas passam ao passo seguinte: o isolamento. O isolamento pode ser processado em várias linhas/máquinas, nos pavilhões 5 e 7, e cada sua com características e capacidades distintas. Na Solidal, há a presença de 6 linhas capazes de processar o isolamento das almas condutoras, sendo elas as LE's e as CV's:

- As LE's são 4 e têm um arrefecimento em água do cabo produzido/isolado;
- As CV's são 2 (onde o projeto se centra) e têm uma vulcanização por azoto, e/ou posteriormente um arrefecimento por água.

As LE's são linhas mais simples, e completamente horizontais, estando presentes no pavilhão 5, enquanto as CV's são mais complexas, mais extensas e com um processo de arrefecimento aproximadamente mais complexo e na diagonal, sendo que estão presentes desde o pavilhão 7, até ao 5.

No processo de isolamento, há várias variáveis intrínsecas ao processo e ao produto final que se deseja obter, tais como as matérias-primas e as temperaturas usadas, velocidades, etc. Este processo realiza um isolamento de uma alma condutora, colocando-lhe uma camada de semicondutor interior (primeira camada sobre a alma), uma camada de isolamento (camada intermédia) e uma camada final exterior de semicondutor. No final, temos uma alma condutora com três camadas de isolamento, sendo que cada uma delas cumpre uma determinada função. Estas 3 camadas podem tomar variados nominais possíveis, conforme o pedido do cliente e a aplicação desejada.

O pavilhão 6 representa a zona de tratamento de não conformidades dos cabos isolados, onde estão também presentes os tanques e câmaras de reticulação. O pavilhão 8 representa a carpintaria e a zona de corte/preparação dos comprimentos pedidos pelos clientes.

Na Figura 14 é possível visualizar um fluxograma com o processo de produção dos cabos elétricos, em que a partir do varão de 9,5mm de cobre ou do lingote de alumínio se chega ao produto final, passando por vários processos de transformação.



Figura 14 - Processo de produção dos cabos elétricos na Soidal

### 3.1.1 Funcionamento das Linhas

O projeto centrou-se nas linhas CV's. As mesmas, tal como já foi dito, são duas linhas de extrusão, também denominadas de catenárias. Assim temos a CV01 e a CV02, linhas bastante idênticas e com a mesma finalidade: extrusão.

A constituição das linhas CV's pode ser observada na Figura 15, da qual se destacam os seguintes equipamentos:

1. Desbobinadores;
2. Acumulador;
3. Arrastador Principal superior;
4. Zona de Extrusão;
5. Tubo de reticulação;
6. Zona da vedação final do tubo;
7. Arrastador Principal inferior;
8. Roda de reenvio;
9. Arrastador final;
10. Bobinadores.

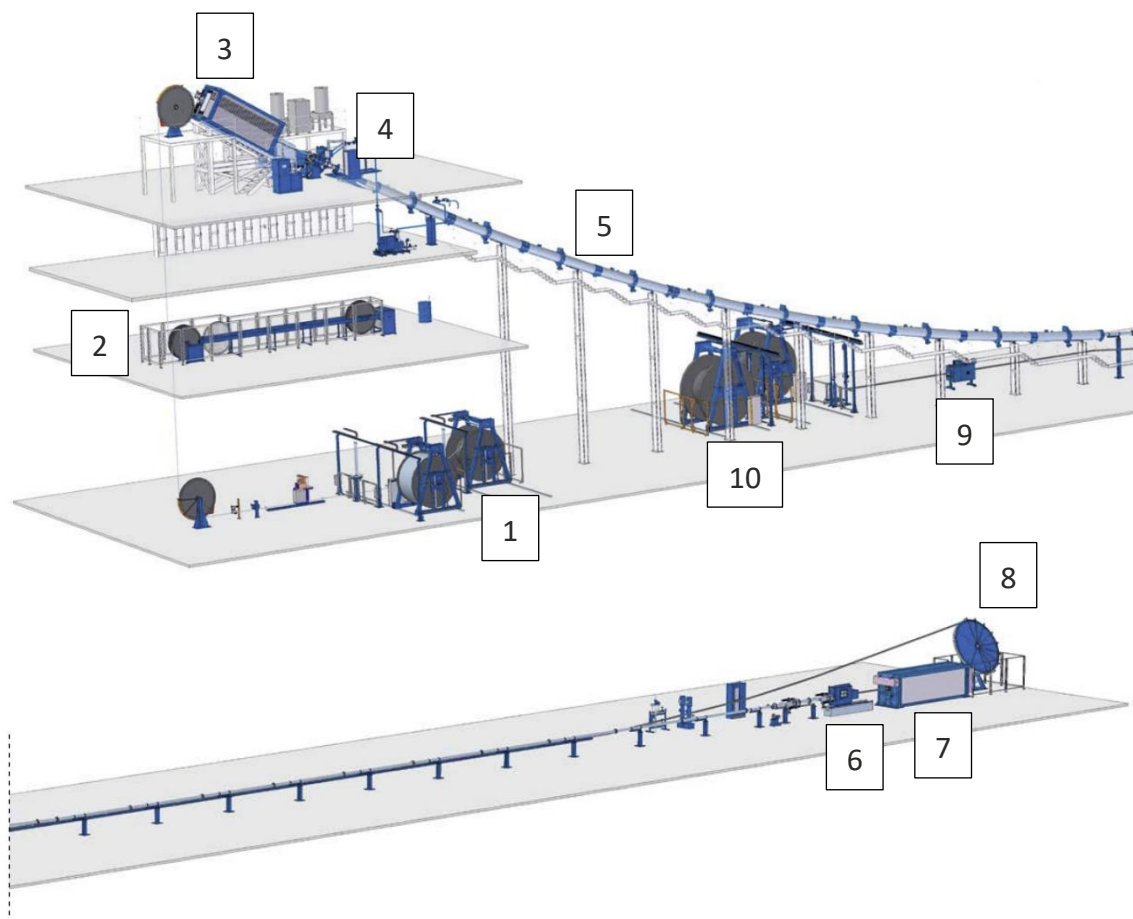


Figura 15 - Constituição de uma linha catenária

De uma forma resumida e de fácil compreensão, o processo nestas linhas é o seguinte: a alma condutora chega em bobinas, que sendo colocadas nos desbobinadores, são desenroladas e seguem para o piso imediatamente superior, onde está o acumulador.

Aqui, o acumulador permite reunir mais de 200 metros de alma que são utilizados aquando das trocas de bobinas de alimentação. Após a passagem no acumulador, a alma é direcionada para piso de extrusão, onde entra no arrastador principal superior, e após isso entra na cabeça de extrusão onde são conferidas 3 camadas de isolamento: semiconductor interior, isolamento e semiconductor exterior. Após a passagem na cabeça, o cabo é vulcanizado no tubo da catenária e arrefecido por água na parte final deste mesmo tubo, onde depois é direcionado para o arrastador principal inferior, passando pela zona de vedação final do tubo. De salientar que são os arrastadores principais que permitem a suspensão contínua do cabo extrudido dentro do tubo catenário, e permitem assim que a sua vulcanização seja homogênea. Aquando da saída do arrastador anteriormente referido, o cabo passa na roda de reenvio, e é direcionado para os bobinadores, com a ajuda do arrastador final. Finalizada a bobinagem, o cabo passa para a fase seguinte do processo.

Convém salientar que apesar de por vezes este parecer um processo simples, não o é. É sim um processo com características e variáveis importantes que devem ser respeitadas, para no final se obter um processo que assegure a conformidade com os requisitos.

Relativamente a detalhes mais direcionados para as dimensões de cada uma das duas linhas analisadas, podemos referir o seguinte:

- CV01: é uma linha mais direcionada para cabos de grande secção e de alta tensão, com um comprimento de aproximadamente 520 metros, sendo 80 metros de tubo de vulcanização por azoto e 240 metros do total corresponde ao acumulador a 90% de capacidade;
- CV02: é uma linha mais direcionada para cabos de pequena e média secção e de média tensão, com um comprimento de 620 metros, sendo 80 metros de tubo de vulcanização por azoto e 230 metros do total corresponde ao acumulador a 90% de capacidade.

### 3.2 Identificação de problemas

Após a perceção do funcionamento das linhas em estudo e do próprio processo produtivo, foi vez de identificar os problemas existentes.

Esta é uma fase bastante importante, dado que, é na mesma em que se dá o ponto de partida para refletir e ponderar quais as melhorias necessárias a serem implementadas para eliminar ou diminuir o peso dos problemas identificados. Desta forma, na Tabela 10, são identificados os problemas resultantes da realização de uma análise inicial às linhas e nos subcapítulos seguintes é realizada uma fundamentação dos mesmos.

Tabela 10 - Identificação dos problemas

Processo	Problema
Produção	Desorganização e falta de limpeza de várias zonas das linhas de produção
	Tempo registado em <i>setups</i> bastante elevado
	Falta de padronização de determinadas tarefas
	Inexistência de uma matriz de <i>setups</i>
	Tarefa gargalo de desenfiar linha com corte de cabo de sucata para o chão
	Tarefas associadas ao sistema de vedação da linha CV01 extensas
	Elevado número de trocas de cabeça de extrusão na linha CV01
	Ausência de monitorização diária das linhas em estudo
	Tempo registado em manutenções bastante elevado

### 3.2.1 Desorganização e falta de limpeza de várias zonas das linhas de produção

Numa visita inicial às linhas em que o projeto se centra, ficou perceptível a falta de organização de certos espaços e a falta de limpeza dos mesmos. Como é facilmente dado adquirido por todos, isto traz dificuldades na realização das mudanças de fabrico e na própria qualidade e brio do trabalho realizado na linha.

Levando-se em consideração os aspetos mencionados, torna-se primordial tomar ações sobre estes pontos. Nas Figuras 16 e 17 é possível observar um exemplo da desorganização de um dos espaços de trabalho e um outro exemplo de falta de limpeza no acesso a uma das zonas da linha CV01, respetivamente.



Figura 16 - Desorganização da parte inferior da bancada de trabalho



Figura 17 - Fala de limpeza no acesso a uma das zonas da linha CV01

### 3.2.2 Tempo registado em *setups* bastante elevado

Como já foi dito anteriormente, todos os tempos de paragem das máquinas são não produtivos, sendo objetivo reduzir quanto possível esses mesmos tempos. Desta forma, foram recolhidos os dados referentes a todas as paragens ocorridas no decorrer do ano 2020 nas linhas em estudo, e foram compilados todos os tempos relativos às várias causas de paragens existentes.

De antemão já tínhamos uma ideia de que iríamos observar um tempo total da causa de paragem *setup* bastante elevado, dada a tipologia de *setups* que ocorrem nas máquinas/linhas em estudo e a duração dos mesmos ser bastante extensa.

Pela visualização das Figuras 18 e 19 chegamos facilmente às seguintes conclusões:

- A causa de paragem mais significativa para ambas as máquinas é “*Setup*”, totalizando um valor de 1600 horas para a CV01 e de 1300 horas para a CV02;
- Para a CV01, a causa de paragem “*Setup*” é aproximadamente 6 vezes superior à segunda causa de paragem mais significativa (“*Avaria*”);
- Para a CV02, a causa de paragem “*Setup*” é aproximadamente 5 vezes superior que a segunda causa de paragem mais significativa (“*Avaria*”);
- As restantes causas de paragem, em ambas as máquinas, atingiram valores relativamente reduzidos.

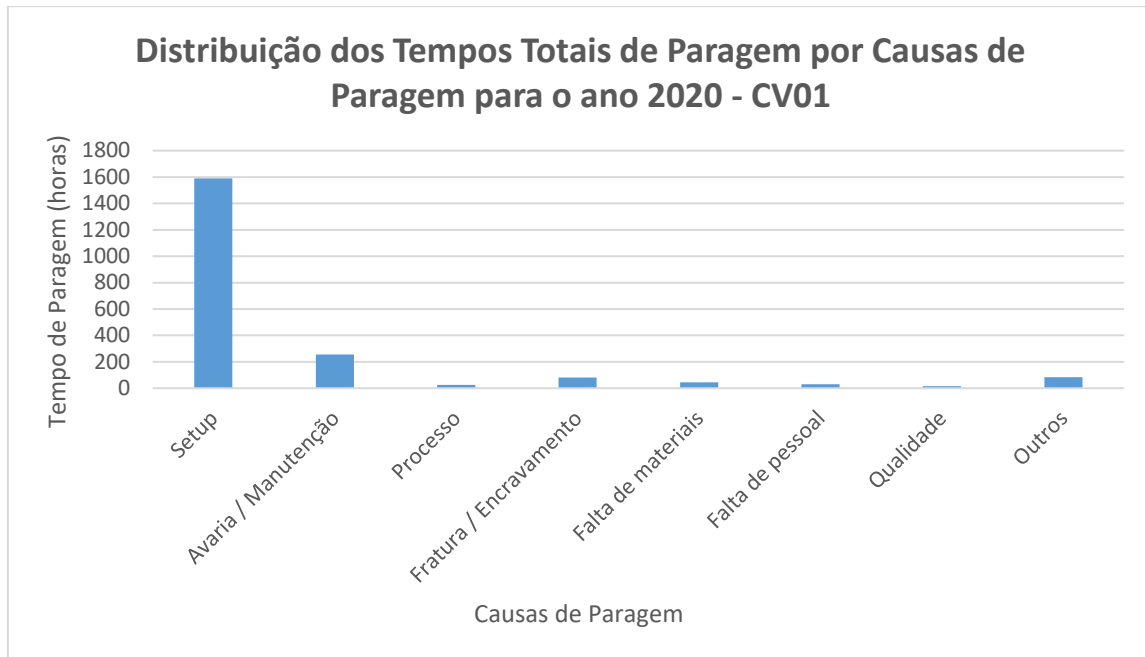


Figura 18 - Distribuição dos Tempos Totais de Paragem por Causas de Paragem para o ano 2020 - CV01

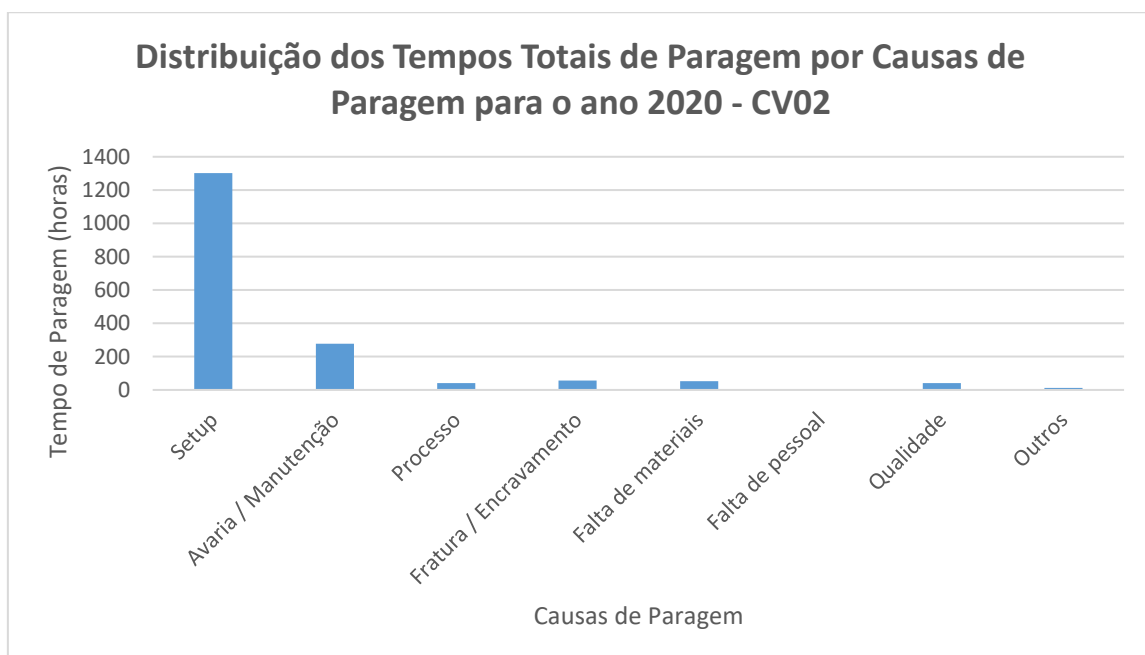


Figura 19 - Distribuição dos Tempos Totais de Paragem por Causas de Paragem para o ano 2020 - CV02

Sendo assim, foi neste ponto que se salientou um dos grandes problemas associado a estas máquinas: o tempo gasto em *setups*.

Este tempo é realmente notório na análise realizada para o ano de 2020, merecendo assim um direcionamento de esforços para que os mesmos sejam reduzidos já no presente ano, e nos seguintes.

Também foi possível tirar conclusões no que concerne ao ponto de estudo dos *setups*. O sistema de produção da empresa permite analisar o total mensal de ocorrência de *setups* e o respetivo tempo médio por *setup*, tal como ilustrado nas Figura 20 e 21. A

média de ocorrência de *setups* por mês em 2020 na linha CV01 foi de 13 *setups*, com um tempo médio por *setup* de aproximadamente 13,63 horas. Mensalmente, a taxa de ocorrência de *setups* ainda é considerável, e o seu tempo médio também, correspondendo esse tempo médio por *setup* a mais do que um turno e meio (a empresa trabalha em laboração contínua, em turnos de 8 horas).

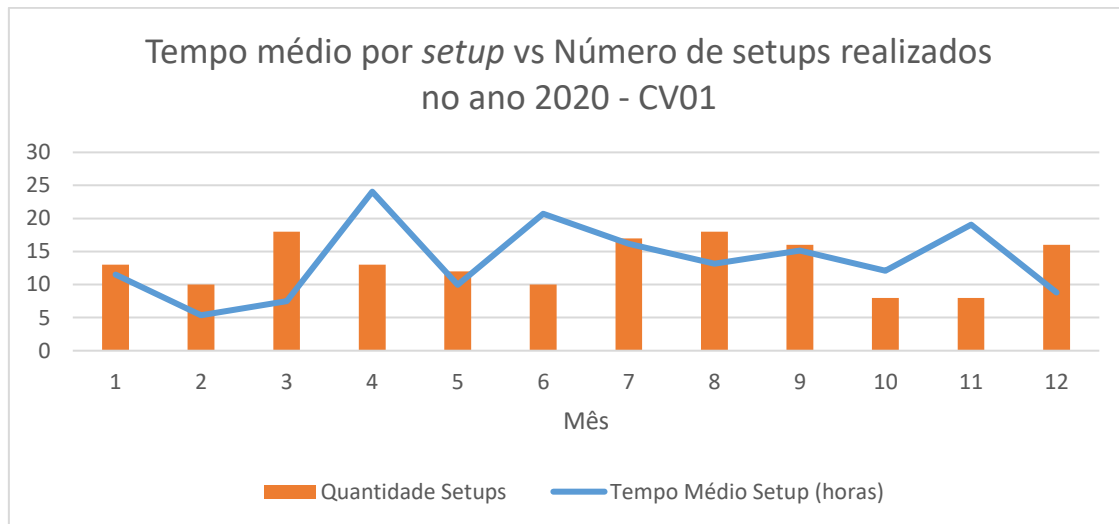


Figura 20 - Tempo médio por *setup* vs Número de *setups* realizados no ano 2020 - CV01

Por sua vez, a CV02 (Figura 21) apresenta uma taxa de ocorrência de *setups* ligeiramente superior à linha CV01, dado que registou uma média mensal de 17 *setups* e o seu o tempo médio por *setup* foi de 7,7 horas.

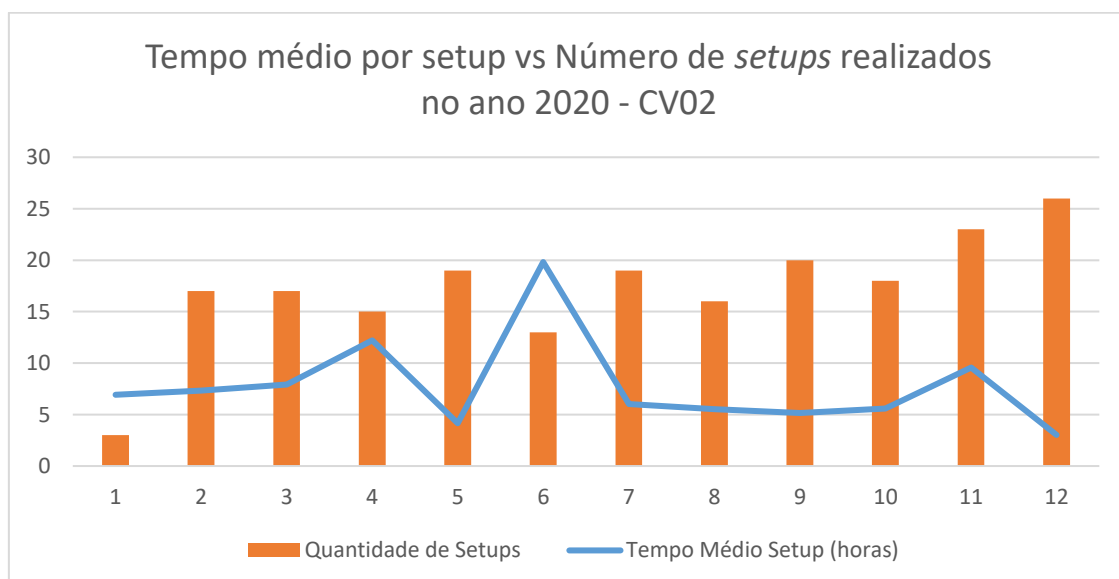


Figura 21 - Tempo médio por *setup* vs Número de *setups* realizados no ano 2020 - CV02

Concluindo a análise da situação inicial encontrada nas duas linhas em análise, é perceptível uma elevada quantidade de horas gastas em mudanças de fabrico e o tempo médio por *setup* elevado, havendo assim a necessidade de solucionar estes pontos. A linha CV02 tem um registo médio de *setups* superior dado que produz mais comprimentos curtos comparativamente com a linha CV01, levando à ocorrência de

mais *setups*. O tempo médio por *setup* registado na linha CV02 é por sua vez inferior à linha CV01, dado que produz cabos dentro de um intervalo de secções inferior (35mm<sup>2</sup> a 1000mm<sup>2</sup>), em comparação com a linha CV01 (35mm<sup>2</sup> a 2800mm<sup>2</sup>), não havendo habitualmente a necessidade de alteração de muitas características do processo para produção de um novo produto, registando-se dessa forma um tempo médio por *setup* inferior.

### 3.2.3 Falta de padronização de determinadas tarefas

Numa visualização inicial dos *setups* e das movimentações de materiais e pessoas no espaço de trabalho, denotou-se a falta de padronização de certas tarefas importantes, levando a que os operadores realizem as tarefas de forma diferente.

Por exemplo, a realização da purga da máquina estava a ser realizada de forma diferenciada entre os vários turnos, levando a resultados diferentes, tais como por vezes o cenário observável eram as extrusoras mal purgadas, levando a tempos de limpeza das mesmas bastante extensos.

Uma outra tarefa que estava a ser realizada de forma diferente entre os diferentes operadores era a colocação de matérias-primas nas *racks*. Dada esta diferença na realização desta tarefa, ocorreram estragos nas *racks*. Aquando da necessidade de uma determinada MP e a mesma encontra-se a meio da *rack*, é necessário retirar os caixotes que estão na frente. Para tal, vários operadores colocam esses caixotes no chão, e depois voltam a colocar nas *racks* pela parte frontal das mesmas, levando a que haja um esforço elevado do empilhador, e que haja deterioração das *racks*, dado que as mesmas apresentam um desnível, e os caixotes fazem um esforço superior para entrarem, não sendo, portanto, a forma correta de o fazer.

Um terceiro ponto denotado foi a retenção de caixotes vazios para apoio aos *setups* (caixotes utilizados para colocação de restos de material, material purgado, etc). Em certos turnos, caixotes vazios eram guardados junto à zona de reciclagem dos sacos de MP, papelão, etc, mas em outros esses caixotes não eram guardados, mas sim desmantelados para reciclagem dos mesmos. Aquando do surgimento da necessidade de utilização de um novo caixote, os operadores não tinham ao que recorrer de forma imediata, levando a atrasos na realização das tarefas.

### 3.2.4 Inexistência de uma matriz de *setups*

Na análise inicial e com o intuito de perceber quando determinadas tarefas de *setup* ocorriam, sentiu-se a necessidade de trabalhar dados com uma matriz de *setups*, que permitisse mudar a ordem de cabos/produções, no sentido de perceber como as tarefas de *setup* necessárias de realizar surgiam.

Também em conversa com os responsáveis do planeamento da produção, deparamo-nos que os mesmos não tinham uma base de análise dos *setups* necessários, sendo apenas por aproximações, e por ideias que já tinham dos *setups* necessários de

ocorrer. Posto isto, não havia nada trabalhável no que diz respeito a uma matriz de *setups*.

Dado que os *setups* que ocorrem e a sua duração prevista varia em função do planeamento da produção, é especialmente importante a existência de uma matriz de *setups*, para ser usada pelos responsáveis pelo planeamento. Com isto quer-se dizer que, no que diz respeito aos *setups*, produzir os cabos na ordem X-Y-Z é diferente de produzir cabos na ordem Z-X-Y, dado que irão ocorrer *setups* com durações previstas distintas entre essas produções.

### 3.2.5 Tarefa gargalo de desenfiar linha com corte de cabo de sucata para o chão

No acompanhamento inicial de *setups* ficou bem explícito a presença de uma tarefa gargalo denominada “Desenfiar+Enfiar a linha”, com uma duração de 3 a 6 horas, mediante a secção dos cabos. Esta tarefa inclui desenfiar o cabo bom que ainda está na linha e também o comprimento de cabo que ficou dentro do tubo da catenária aquando da paragem da mesma (correspondendo este comprimento a cabo não conforme/sucata com cerca de 80 metros), e após isso enfiar a linha com um cabo de reboque que servirá para o arranque do fabrico seguinte.

O comprimento de cabo não conforme para sucata é cortado em partes com um metro de comprimento (Figura 22), para o chão, e posteriormente colocado num caixote de sucata. Esta tarefa de desenfiar é realizada a velocidades reduzidas com o intuito de permitir que os operadores cortem o cabo não conforme em segurança (2 a 4 m/min). Na Figura 22 é possível visualizar um esboço do procedimento de corte do cabo não conforme.



Figura 22 - Esboço do procedimento de corte do cabo não conforme

Esta tarefa pode ser definida como gargalo dada a duração da mesma e o facto de limitar a realização de tarefas em simultâneo. Assim, é desejável reduzir quanto possível a duração desta mesma tarefa. A parte da tarefa que diz respeito ao enfiar do cabo reboque na linha não se consegue diminuir a sua duração, mas a parte relativa ao corte de cabo não conforme pode ser agilizada para que a mesma apresente uma duração inferior e seja feita com segurança superior do que a forma como é feita atualmente.

### 3.2.6 Tarefas associadas ao sistema de vedação da linha CV01 extensas

Em ambas as linhas, poderão ocorrer mudanças de fabrico em que a tarefa necessária de realizar é a troca de vedações, dado os diâmetros finais do cabo acabado de produzir e o que irá entrar em produção serem diferentes. Na CV02, esta tarefa é realizada de forma rápida (1h30min) dado que é apenas necessária a troca da borracha de vedação e do bipartido (elementos de vedação com diâmetro exterior igual ao diâmetro interior do tubo da catenária). Contudo, na CV01, tal não se verifica.

Na CV01 as borrachas de vedação podem ter 3 diferentes medidas exteriores, que estão relacionadas com a secção de cabo a vedar. Esta diferença exige um preenchimento exterior, com recurso a um aro metálico, para que seja atingido o diâmetro interior do tubo, e fazer assim uma vedação correta. Na Figura 23 é possível visualizar os três diferentes tipos de borrachas de vedação relativos à linha CV01.

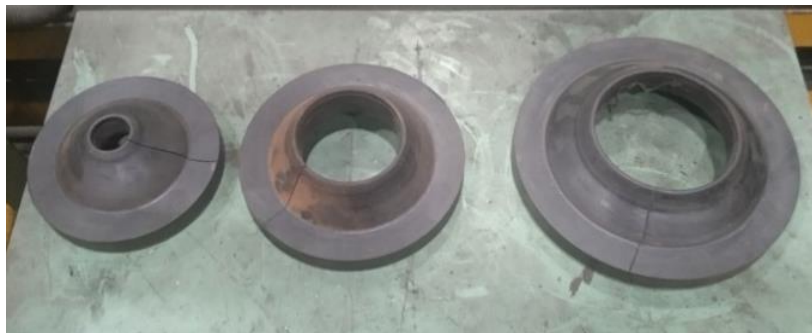


Figura 23 - Três diferentes tipos de borracha de vedação (variação na dimensão exterior das mesmas) – CV01

As borrachas de vedação apresentam um corte que permite que a mesma seja mudada com o cabo presente no tubo de reticulação. O bipartido é um elemento de vedação que tal como o nome indica é composto por duas partes, que são acopladas através de duas ligações aparafusadas. Aqui, mais uma vez, permite a substituição do mesmo com cabo presente no tubo. Contudo, o terceiro elemento existente na linha CV01, o aro, exige que não haja cabo no tubo, dado que o aro é uma peça única, ou seja, não é dividida em pelo menos duas partes para permitir que seja colocado com cabo presente no tubo. Desta forma, sempre que haja necessidade de alterar o tipo de aro, que é em função do diâmetro exterior da borracha de vedação, há a necessidade de desenfiar a linha, substituir o aro, e após isso enfiar de novo a linha (somatório de tarefas que perfazem uma duração superior a 3 horas) e exigindo paralelamente a limpeza das extrusoras para que o material não reticule dentro das mesmas.

Dada a necessidade de limpeza, o *setup* a realizar demorará desde logo mais de 8 horas a ser concretizado, mostrando, portanto, a extensão do mesmo. Como mencionado, na CV02 o *setup* é realizado em menos de 2 horas, mostrando as diferenças entre as duas linhas. A CV01 é constituída por um sistema de vedação mais antiquado, e para tal mostra as suas desvantagens em comparação com o da linha CV02.

Associado a isto, há a libertação de água para as plataformas dos equipamentos de vedação, sempre que o tubo é aberto na zona das vedações, que a longo prazo provoca corrosão dos espaços.

### 3.2.7 Elevado número de trocas de cabeça de extrusão na linha CV01

Na linha de extrusão CV01 em análise, há a existência da tarefa “Troca de Cabeça de Extrusão”. Isto deve-se ao facto de existirem para a linha mencionada, 2 cabeças de extrusão:

- Uma limitada a produzir cabos de secção inferior a  $1000\text{mm}^2$  - cabeça pequena;
- A segunda com capacidade para produzir cabos de secção entre  $50\text{mm}^2$  e  $2800\text{mm}^2$  (dado ter sido comprada após a existência da primeira, só foram compradas ferramentas para diâmetros superiores a  $1000\text{mm}^2$ ) – cabeça grande.

A segunda cabeça de extrusão referida foi adquirida pela empresa há uns anos atrás, dado ter surgido a necessidade de produzir cabos de maior secção. Inicialmente a mesma tinha capacidade para produzir cabos até uma secção de  $1600\text{mm}^2$ , mas após necessidade, foi adaptada para ter capacidade de produção de secções até  $2800\text{mm}^2$ .

Dado que a linha CV01 produz cabos que vão desde uma secção de  $35\text{mm}^2$  até uma secção de  $2800\text{mm}^2$ , é necessária uma troca de cabeça de extrusão, sempre que o fabrico atual (finalizado) e o fabrico seguinte, estão em diferentes patamares de secção no que se refere às cabeças de extrusão (abaixo ou acima dos  $1000\text{mm}^2$ ).

Esta é uma tarefa com uma duração média de 1 hora, e dado que é uma tarefa gargalo em grande parte dos *setups* em que a mesma se insere, é necessário reduzir ou até eliminar esta tarefa, requerendo assim uma especial análise.

No ano de 2020 a tarefa de Troca de Cabeça de Extrusão foi realizada 36 vezes, número bastante elevado, e tendo em conta que a tarefa tem uma duração média de 1 hora, perfaz um total de 36 horas de paragem da máquina para a realização da tarefa. Caso no ano de 2020 também houvesse ferramentas de extrusão para secções de  $50\text{mm}^2$  a  $1000\text{mm}^2$  para a segunda cabeça, haveria uma poupança de 32 trocas de cabeça, das 36 ocorridas.

### 3.2.8 Ausência de monitorização diária das linhas em estudo

A monitorização das linhas é um ponto bastante importante, dado que é a partir da mesma que temos a perceção dos problemas das linhas, dos tempos despendidos em mudanças de fabrico, ou em outras tipologias de paragens, etc. Contudo, este procedimento não estava a ser realizado diariamente, não permitindo, portanto, identificar esses mesmos problemas, nem ter noção da produtividade real das linhas.

### 3.2.9 Tempo registado em manutenções bastante elevado

Para além do total temporal despendido em mudanças de fabrico observado nas Figuras 18 e 19, mostradas anteriormente, fica também saliente que os tempos registados relativos a paragens associadas ao grupo de paragem “Avaria / Manutenção”, são elevados e requerem especial análise. Em ambas as linhas, foram registados para o ano de 2020, tempos aproximadamente de 250 horas (mais de 10 dias) para cada máquina. Estes tempos resultam de problemas surgidos nas linhas e requereram que a máquina estivesse parada para resolução dos mesmos.

Posto isto, este tempo registado na realização de manutenção é referente a tempo não produtivo das linhas em análise, não estando as mesmas a gerar valor para a empresa tal como seria desejável. Assim, é objetivo que este tempo seja reduzido ao máximo, trazendo mais valor produtivo para a empresa e mostrando maior fiabilidade e durabilidade dos seus equipamentos.

### 3.3 Propostas de melhoria

Dado que os problemas já se encontram identificados, surge agora a necessidade de propor melhorias para os problemas identificados, que neutralizem os seus efeitos negativos. Desta forma, na Tabela 11 é possível visualizar cada uma das propostas de melhoria identificadas como resolução aos problemas identificados anteriormente.

Tabela 11 - Identificação dos problemas e as suas propostas de melhoria

Processo	Problema	Descrição da proposta de melhoria
Produção	Desorganização e falta de limpeza de várias zonas das linhas de produção	Implementação dos 5S
	Tempo perdido em <i>setups</i> bastante elevado	Implementação da metodologia SMED
	Falta de padronização de determinadas tarefas	Construção de OPL's
	Inexistência de uma matriz de <i>setups</i>	Construção de matriz de <i>setups</i>
	Tarefa gargalo de desenfiar linha com corte de cabo de sucata para o chão	Desenfiar o comprimento de cabo de sucata diretamente para uma bobina
	Tarefas associadas ao sistema de vedação linha CV01 extensas	Análise do investimento de um novo sistema de vedação para a linha
	Elevado número de trocas de cabeça de extrusão na linha CV01	Levantamento da necessidade de ferramentas para a cabeça secundária da linha CV01

Ausência de monitorização diária das linhas em estudo	Monitorização e Gestão Visual
Tempo registado em manutenções bastante elevado	Realização de análise RAM e posteriormente implementação de Manutenção Autónoma

### 3.3.1 Implementação dos 5S

A ação posta em prática para a redução dos efeitos provocados pela desorganização e falta de limpeza de várias zonas das linhas de produção, foi precisamente a aplicação dos 5S. Estes trazem inúmeras vantagens, sendo não só o facto de facilitar aos operadores a realização das tarefas de uma forma mais cómoda e organizada, mas também o incremento da segurança para os operadores e utilizadores da linha.

#### 3.3.1.1 1ºS

A colocação em prática do 1º dos 5S passou pela identificação de todos os componentes, ferramentas, materiais e equipamentos necessários no espaço de trabalho/linha de produção e triagem dos mesmos, com a conseguinte eliminação dos que não estavam em condições admissíveis ou que não eram utilizados, não sendo, portanto, necessários. Esta fase passou também pela recolha de ideias dos operadores de ambas as linhas, dado que são os mesmos que sabem as suas necessidades e o que deve ser eliminado.







Desta forma, e após a análise do posto de trabalho e da envolvente das linhas, chegou-se aos seguintes pontos:

1. Eliminação do tampo da mesa de trabalho e das suas portas, e aplicação de um novo tampo em chapa;
2. Eliminação das caixas e componentes presentes por baixo das escadas que dão acesso do piso 0 ao piso 1, dado que as mesmas não têm utilidade na área em que se encontram;
3. Eliminação das maxilas partidas ou danificadas presentes no carrinho da prensa hidráulica, dado que são inutilizáveis;
4. Eliminação das borrachas de vedação danificadas ou com elevado desgaste presentes nos armários de arrumação das mesmas, relativamente a ambas as linhas, dada a sua inutilização;
5. Eliminação dos bipartidos danificados ou com elevado desgaste presentes nos armários de arrumação dos mesmos relativamente a ambas as linhas;
6. Eliminação de todos os componentes não necessários presentes por baixo da bancada de trabalho principal;
7. Eliminação de todos os componentes e ferramentas que não são utilizados, presentes nos armários;
8. Eliminação das caixas presentes no piso 2, por baixo das escadas de acesso ao arrastador da CV02;

9. Eliminação dos dois conjuntos de cordas presentes no piso 2, e efetuar pedido de novas, dada a sujidade e desgaste que as mesmas apresentam;
10. Eliminação dos moldes de filtros de rede, e construção de novos e que cubram todos os tamanhos necessários, dado o desgaste que os existentes apresentam;
11. Eliminação do lixo presente na zona de passagem para a vedação da CV01, e colocação de barreira delimitadora;
12. Eliminação das caixas de cartão existentes nas estantes do piso 0, colocando os terminais em caixas de arrumação como as já existentes no mesmo local.

Para uma melhor visualização dos pontos considerados mais impactantes nesta primeira fase de aplicação dos 5S, na Tabela 12 são apresentadas algumas imagens do estado inicial vs final da aplicação, bem como os ganhos atingidos.

Tabela 12 - Aplicação do 1º S na empresa

Melhoria	Estado inicial	Estado final	Porquê?	Ganhos
Eliminação do tampo da mesa de trabalho e das suas portas, e aplicação de um novo tampo em chapa, com um tapete resistente a altas temperaturas para manuseio das ferramentas de extrusão			O tampo existente em madeira estava com elevado desgaste, havendo a possibilidade de danificar ferramentas de extrusão enquanto manuseadas sobre a mesa	Despesas relativas a peças danificadas enquanto manuseadas sobre a mesa
Remoção dos componentes existentes na parte inferior da bancada de trabalho			Componentes sem uso já há bastantes anos, componentes com elevado desgaste e desorganizados	3.5m <sup>2</sup> para arrumação de itens realmente necessários
Eliminação do lixo presente na zona de passagem para a vedação da CV01, e colocação de barreira delimitadora			Local de passagem foi recorrentemente utilizado para colocação de lixo relativo a outra máquina, não sendo possível a passagem do pessoal das linhas CV's	Existência de uma passagem definitiva para uso dos operadores

Substituição da caixa de amostras verificadas por uma nova, devidamente identificada, na dimensão apropriada e com rodas para um transporte facilitado



Caixa para colocação de amostras não tinha qualquer identificação nem a mesma era indicada para a função requerida

3 minutos no processo de transporte das amostras para o depósito de sucata

Substituição dos moldes para o corte das redes para aplicação nas extrusoras, por novos (em todas as dimensões necessárias) e devidamente identificados



Moldes existentes apresentavam demasiado desgaste, não garantindo as dimensões definidas. Paralelamente, não existiam em todos os tamanhos necessários

7 minutos por setup

### 3.3.1.2 2ºS

Após a colocação em prática do 1ºS, passou-se ao 2ºS, que nos indica a realização de uma correta organização e identificação dos componentes e equipamentos presentes no posto de trabalho e na zona envolvente, que restaram da fase anterior, ou seja, do 1ºS. Nesta segunda fase é necessário ter em conta que a organização deve ser feita considerando o que é mais importante e mais utilizado, com o intuito de que os itens sejam retirados, usados e devolvidos novamente ao seu correto lugar, de forma fácil, rápida e ergonómica. Desta forma, a concretização desta segunda fase passou maioritariamente pelos pontos apresentados na Tabela 13.

Uma melhoria bastante importante relativa à implementação do 2ºS que está aqui em estudo, é referente à identificação das mangueiras de aquecimento das cabeças de extrusão. As cabeças requerem aquecimento para trabalharem segundo os parâmetros desejáveis, e para tal requerem que as mesmas sejam montadas sempre de forma correta. Quando as mesmas não são montadas de forma correta (como já se verificou em ambas as máquinas, levando a atrasos superiores a 1 hora), a máquina dá erro, sendo necessário verificar as mangueiras e realizar as alterações necessárias. Desta forma, as mangueiras que ligam a várias zonas da cabeça, que até à data não tinham qualquer identificação (Figura 24), foram identificadas com recurso a chapinhas de identificação de cor (Figura 25) e com pintura a *spray* de ambas as peças de encaixe, para que o operador possa realizar esta tarefa sem errar. Em simultâneo, as mangueiras foram substituídas por mangueiras de borracha de alta resistência, dado serem mais seguras e não deixarem passar a temperatura com tanta facilidade para o exterior das mesmas. Esta melhoria permitiu poupar cerca de 7 minutos na montagem, dado ser mais fácil identificar qual a mangueira que vai ligar em determinado ponto, evitando simultaneamente que voltem a surgir casos de uma montagem mal realizada, que provocaria paragem da máquina.



Figura 24 - Estado inicial das mangueiras de aquecimento da cabeça de extrusão



Figura 25 - Estado final das mangueiras de aquecimento da cabeça de extrusão

Tabela 13 - Aplicação do 2ºS na empresa

Melhoria	Estado inicial	Estado final	Porquê?	Ganhos
<p>Identificação e organização das bobinas de reboque no respetivo parque definido para o efeito</p>			<p>Bobinas de reboque sem qualquer identificação e 7 minutos por setup espalhadas por variadas zonas do parque</p>	
<p>Organização e identificação correta da localização de cada uma das borrachas de vedação e bipartidos nos armários indicados para os mesmos</p>			<p>Componentes sem qualquer identificação e 5 minutos por setup organização</p>	

Organização de todos os terminais em apenas um local do piso 0



Estes componentes encontravam-se espalhados por variados pontos das linhas de produção, sem identificação (em alguns pontos), não permitindo um controlo e identificação eficazes

Controlo correto de quantidades para realizar as encomendas dos terminais e ganho de 3 minutos por cada vez que cada um destes componentes é utilizado (identificação dos mesmos é agora feito de forma eficaz)

Identificação da zona de aquecimento de ferramentas de extrusão



Não existência de um local definido para aquecimento das ferramentas de extrusão

Aquecimento feito em apenas um local, e não em vários como era identificável no início sem qualquer organização

Identificação dos indutores dos pré-aquecedores de ambas as linhas



Variadas vezes foi necessário subir à plataforma para verificar a capacidade de cobertura do diâmetro de cabo de cada indutor

5 minutos por setup

Pintura do local de entrada e saída das bobinas para o bobinador, espaço para colocação das 2 bobinas de reboque intermédio e espaço para o empilhador



Existência de apenas algumas linhas, inexistência de setas indicadoras do sentido de movimentação das bobinas, falta de espaços definidos para arrumação do empilhador e das bobinas de reboque intermédio

Espaço mais limpo e organizado

Criação de uma caixa com compartimentos para a cabeça secundária e seus componentes



A caixa existente não era adequada, não permitia guardar os componentes soltos em segurança nem fazer o transporte em segurança e também era de difícil extração da cabeça para uma posterior montagem

10 minutos por setup

Renovação e identificação dos locais destinados para arrumação das varetas de limpeza das camisas das extrusoras



Dado que algumas das camisas têm dimensões próximas, era recorrente que os operadores levassem para junto da máquina a vareta errada, sendo necessário voltar ao local de arrumação para pegar na correta

5 minutos por setup

Criação de cacifos para colocação das mochilas e bens pessoais dos operadores



Bens pessoais dos operadores eram colocados sem qualquer ordem em variados espaços da linha, em locais não definidos para tal

Espaços mais apresentáveis, sem mostrarem desorganização no que diz respeito aos pertences de cada um

### 3.3.1.3 3ºS

Findada a eliminação dos componentes não necessários, e organizados e identificados os restantes com utilidade para a realização das tarefas no posto de trabalho, foi tempo de passar à fase seguinte. A terceira fase de aplicação dos 5S consiste na realização de limpeza e na organização regular do espaço de trabalho, com a eliminação de possíveis fontes de sujidade, levando a um aumento da segurança do espaço de trabalho, e do trabalhador.

Dado que as linhas não têm sido alvo de limpeza em toda a sua extensão, torna-se necessária uma limpeza geral das mesmas. Alguns dos espaços da linha apresentavam sujidade já acumulada ao longo de alguns anos, tais como os reservatórios de água das vedações, os tubos de vulcanização, entre outros. Desta forma, foram analisadas propostas para a realização da limpeza por empresas externas, com o intuito de transformar as linhas em espaços limpos. Foi estudada e ensaiada a aplicabilidade de limpeza por recurso ao gelo seco nestes espaços, para após a observação dos resultados, ser realizada uma possível limpeza por toda a linha recorrendo a esta técnica de limpeza.

Esta técnica é ainda um pouco desconhecida pelas pessoas em geral, mas com resultados bastantes satisfatórios, tal como se pode ver pelo estado anterior e após a sua aplicação, nas Figuras 26 27 e 28 .



Tampa e pequena barra de ferro antes da limpeza



Tampa e pequena barra de ferro após a limpeza

Figura 26 - Exemplo 1 de zona de ensaio da limpeza com recurso ao gelo seco



Figura 27 - Exemplo 2 de zona de ensaio da limpeza com recurso ao gelo seco



Figura 28 - Exemplo 3 de zona de ensaio da limpeza com recurso ao gelo seco

Em algumas imagens a limpeza parece não ter sido eficaz a 100%, e isto deve-se ao estado em que os próprios componentes estavam e o teor da sujidade dos mesmos, que resulta em alguns locais, da mistura de água com azoto, acumulada durante bastante tempo.

Após os testes realizados, ficou decidido que a limpeza geral das linhas seria realizada aquando da paragem para manutenção preventiva anual das mesmas. Esta limpeza, dada a sua complexidade e duração temporal extensa devido ao comprimento das linhas, exigiria a paragem das mesmas por um período de tempo considerável, tempo esse que de certa forma não é viável tendo em conta o calendário de encomendas a cumprir pela empresa. Aproveita-se assim a paragem da manutenção preventiva anual, a realizar-se no decorrer do mês 11 do presente ano, para realizar a limpeza completa das linhas, evitando uma paragem não planeada.

#### 3.3.1.4 4ºS

Com o intuito de verificar que os 3S anteriores são cumpridos, é necessária a padronização das tarefas a realizar pelos operadores das máquinas no que concerne à limpeza, organização e arrumação dos componentes necessários e da própria linha. Assim, surge o 4ºS que diz respeito à padronização do que foi definido anteriormente. Aqui são estabelecidas as limpezas a serem realizadas na linha, bem como as arrumações e organizações a serem dadas.

No que concerne a limpezas, ficou decidido que deverá ser efetuada uma limpeza geral da linha de forma anual, com o intuito de evitar que a mesma chegue ao estado verificado no início do projeto. Limpezas relativas aos componentes mais críticos deverão ser feitas com uma periodicidade inferior, mas a mesma será decidida quando do estabelecimento dos standards de manutenção autónoma.

Com o intuito de verificar-se que os locais definidos para organização de materiais/componentes, e após a sua identificação, definiu-se que as respetivas posições/lugares dos mesmos, deverá ser atualizada sempre que necessário: por exemplo, o armário das vedações foi organizado tendo em conta as diferentes borrachas de vedação e bipartidos, mas se a empresa adquirir novos com dimensões diferentes, os espaços deverão ser atualizados, de forma a contemplar os já existentes e os novos.

#### 3.3.1.5 5ºS

Na aplicação do 5ºS, o mesmo resulta da normalização das tarefas a realizar, com o objetivo do cumprimento dos 4S's anteriores. Desta forma, foi elaborado um documento, em que o mesmo representa uma auditoria à aplicação desta ferramenta. Esta auditoria deverá ser realizada, numa fase inicial, semanalmente, para realizar o acompanhamento e análise do cumprimento das tarefas, a organização e limpeza do posto de trabalho e sua envolvente. Numa fase posterior, a periodicidade de realização da auditoria poderá ser alterada, mediante o cumprimento da mesma e por consenso da equipa de Produção. O *template* para a Auditoria 5S encontra-se no Apêndice 1, e o mesmo, com algumas modificações, poderá ser adaptado para utilização em outras linhas de produção intrínsecas à empresa. Convém salientar a importância do 5ºS, dado que o mesmo deve ser cumprido da forma mais rigorosa possível, levando também a que a longo prazo os operadores sejam autónomos o mais possível, assegurando assim que a aplicação da ferramenta traz os resultados desejados.

#### 3.3.1.6 6ºS

Atualmente, vários autores defendem a inserção de um novo S a esta ferramenta, dizendo o mesmo respeito à Segurança. Dado que todas as empresas devem ter em conta a segurança de todos os seus trabalhadores, aqui fez-se questão de inserir este

6ºS na análise, estando o mesmo também referenciado no *template* criado, e findado esse mesmo *template* como sendo uma Auditoria 6S. Os pontos respeitantes à segurança passam pela presença de extintores nas condições ideais, bobinas travadas e componentes de fácil acesso e ergonómico. Este *template* pode ser analisado no Apêndice 1, e o mesmo deverá ser atualizado sempre que seja necessário.

### 3.3.2 Aplicação da metodologia SMED

Tal como já foi mencionado, o tempo gasto em mudanças de fabrico em ambas as linhas tem um peso bastante grande comparativamente com as restantes tipologias de paragens. Assim, dado que é objetivo ter as linhas em produção o maior tempo possível, os tempos mencionados devem ser reduzidos quanto possível.

A proposta de melhoria para este problema é a implementação da metodologia SMED e a mesma é exposta de seguida.

#### 3.3.2.1 Análise Inicial de Setups

Para uma aplicação correta e eficaz da metodologia mencionada, é necessária a visualização de alguns *setups* para recolher conhecimentos das tarefas, tempos médios de realização das mesmas, necessidade de pessoal e material, dificuldades sentidas, capacidade de resposta, sequenciamento de tarefas praticado, etc.

Desta forma, foram acompanhados cerca de 10 *setups*, recolhendo tempos e todas as informações possíveis e após isso retirar algumas ilações iniciais. Convém mencionar que a empresa já possuía um mapa de *setups*, com as variadas tarefas gerais de *setup* e os tempos previstos para os diferentes *setups* identificados. O descritivo das tarefas possíveis de serem executadas são mostradas na Figura 29 e os tempos previstos iniciais para cada tipologia de *setup* podem ser observados na Figura 30.

CÓDIGO	FASE / DESCRITIVO
A	REDUÇÃO VELOCIDADE + ARREFECIMENTO E DESPRESSURIZAÇÃO DO TUBO – 36 min.
B	SUBSTITUIÇÃO FERRAMENTAS 1H
C	SUBSTITUIÇÃO BORRACHA VEDAÇÃO – 25 min.
D	FECHO DO MATERIAL PARA EXTRUSORAS + COLOCAÇÃO PVC + PURGA – 1h e 30min.
E	DESMONTAGEM + LIMPEZA + MONTAGEM FERRAMENTAS DE EXTRUSÃO E CABEÇA – 8h
F	DESENIAR + ENFIAR O REBOQUE MT – 3 horas AT – 6 horas
G	Troca de Matéria Prima – 3H
H	AQUECIMENTO DO TUBO + ARRANQUE + ESTABILIZAÇÃO 10 min.

Figura 29 - Tarefas de *setup* (código e descritivo)

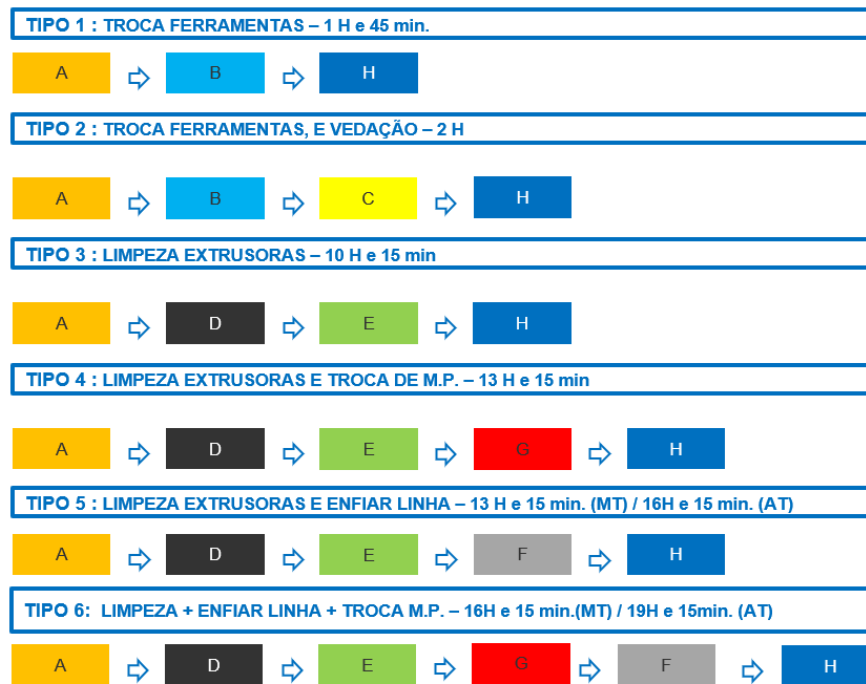


Figura 30 - Mapa de *setups* e os seus tempos previstos

Para o acompanhamento dos *setups* foi construído um *template* (Apêndice 2) o qual foi utilizado para realizar os acompanhamentos iniciais. No Apêndice 3 podem ser vistos 3 dos vários acompanhamentos de *setup* realizados. Os acompanhamentos presentes no apêndice mencionado são relativos a várias tipologias de *setup* e serviram para compreender as variadas tarefas realizadas, tendo permitido ganhar uma certa sensibilidade para o seu sequenciamento.

No decorrer dos *setups* acompanhados foram feitas filmagens para no momento de análise dos dados, serem analisados com maior detalhe e assim observar certos pontos que possam não ter sido denotados no decorrer dos acompanhamentos presenciais.

Na Figura 31 é possível visualizar um esquema simples relativo a um dos *setups* mais extensos realizados nas linhas em análise. Este é um *setup* constituído pelo arrefecimento do tubo de reticulação (A), purga (D), limpeza da máquina e das ferramentas de extrusão (E), desenfiar e enfiar a máquina (F), troca de matéria-prima (G), aquecimento da máquina e arranque (H). Este *setup* perfaz um total previsto de 16 horas e 15 minutos de paragem da máquina, tempo bastante extenso e como foi possível denotar por análises iniciais, com bastantes oportunidades de ganhos temporais, ou seja, redução do tempo de *setup*. Esta tipologia de *setup* ocorre sempre que o fabrico anterior e o fabrico seguinte diferem nos materiais utilizados e a diferença de diâmetro final do cabo é superior a 20mm. Foi possível observar que nenhuma das tarefas estava a ser realizada em paralelo com outra(s), levando, portanto, a tempos de *setup* extensos, tal como observável.

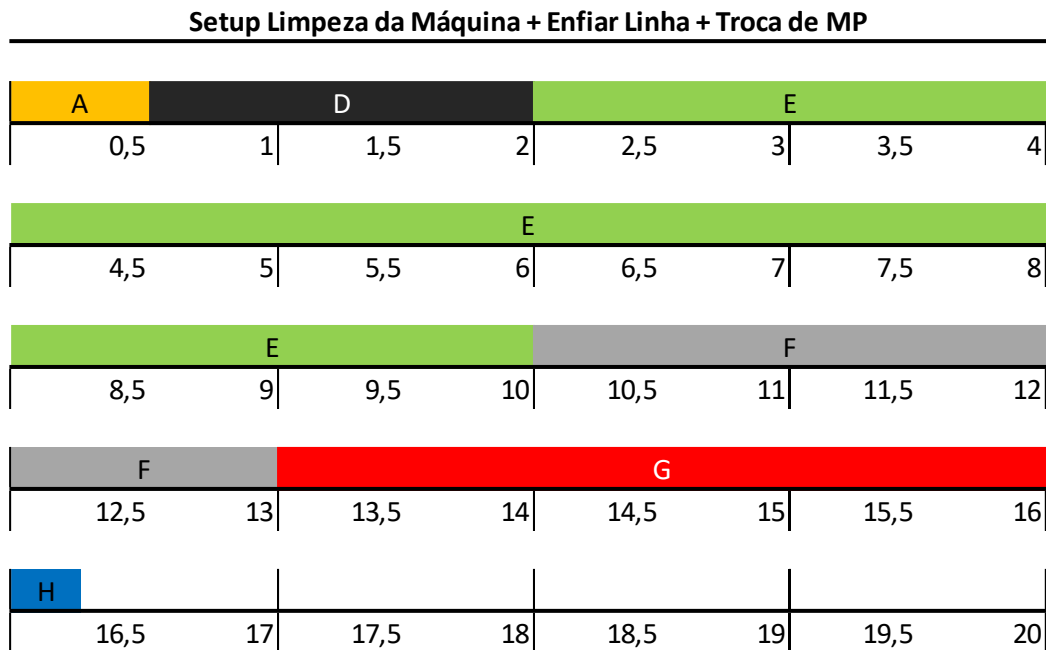


Figura 31 - Gantt da tipologia de *setup* de limpeza da máquina + desenfiar e enfiar linha + troca de MP

Na Figura 32 é possível visualizar um esquema simples do *setup* previsto envolvendo troca de ferramentas e vedações, com um tempo previsto de 2 horas e 15 minutos.

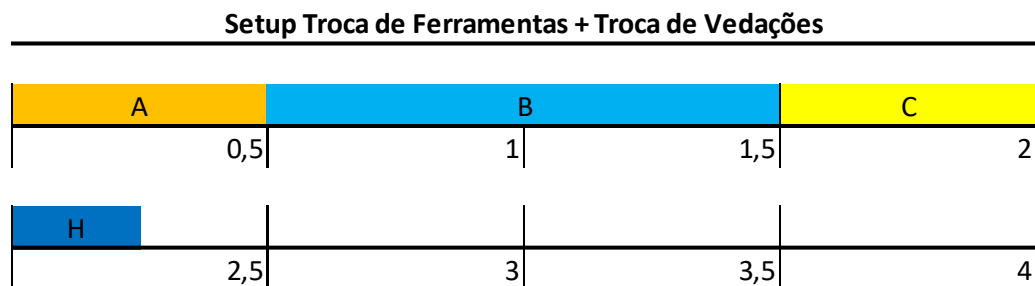


Figura 32 - Gantt da tipologia de *setup* de troca de ferramentas + troca de vedações

Pela análise dos *setups* e das diferentes atividades realizadas, foi possível denotar várias tarefas com uma margem bastante boa de melhoria, que acarretariam excelentes ganhos, sendo elas:

- E: Desmontagem + limpeza + montagem ferramentas de extrusão e cabeça;
- F: Desenfiar + enfiar reboque;
- G: Troca de matéria-prima.

É de notar que estas são as tarefas com maior duração, com alguma complexidade e necessidade de conhecimentos para serem realizadas.

Uma das tarefas que nos acompanhamentos realizados se mostrou como difícil de melhorar, foi a tarefa “A – Redução de velocidade + arrefecimento e despressurização do tubo”, contudo não foi dada como perdida.

Nos dias de hoje, em qualquer empresa, as competências que os operadores apresentam são fatores cada vez mais tidos em conta. Isto deve-se ao facto de quantas mais competências tiverem, maior produtividade irão apresentar e os ganhos que darão à empresa serão igualmente superiores. Na supervisão dos *setups* realizada, essa variável foi tida em conta. Apesar de realizarem as tarefas com uma certa facilidade, denotou-se variações nas capacidades dos variados operadores.

Ponto ainda não mencionado, é a constituição das equipas que trabalham nas duas linhas em análise. São 4 equipas (A, B, C e D), cada uma constituída por 4 operadores:

- 2 operadores principais (um para cada uma das duas linhas);
- 2 operadores de bobinagem (um para cada uma das duas linhas).

### 3.3.2.2 Separação de Trabalho Interno do Trabalho Externo

Com alguns acompanhamentos realizados, foi possível fazer uma primeira distinção/separação das tarefas, permitindo assim agrupar as tarefas em dois grandes grupos: tarefas externas e tarefas internas, ou também chamados de Trabalho Externo e Trabalho Interno. Tal como os nomes indicam, e também como mencionado no capítulo anterior, o trabalho externo pode ser realizado com a máquina em andamento e engloba geralmente tarefas de preparação de ferramentas, equipamentos, etc. Por sua vez, o trabalho interno engloba tarefas que apenas podem ser realizadas com a máquina parada, como por exemplo tarefas de retirar e limpar determinados componentes, substituição de peças na cabeça de extrusão da linha, etc.

No momento inicial de análise de *setups*, a tarefa que estava a ser realizada externamente era unicamente o pré-aquecimento das ferramentas do fabrico seguinte: cerca de 30 minutos de duração.

Por sua vez, as tarefas que estavam a ser realizadas internamente eram todas as restantes, incluindo tarefas que claramente poderiam ser realizadas externamente, tais como preparação de bobinas de alimentação do fabrico seguinte, que ao estarem a ser realizadas internamente prolongam desnecessariamente o tempo total do *setup*.

### 3.3.2.3 Conversão de Tarefas Internas em Tarefas Externas

Nesta fase, o objetivo é a conversão das tarefas internas em tarefas externas assim quanto possível, levando a uma diminuição do tempo total de paragem da máquina, e tornando a duração da mudança de fabrico mais reduzida.

Assim, foram analisados os dados relativos aos *setups*, e foi criada uma tabela com todas as tarefas passíveis de serem transformadas de internas para externas. As tarefas são apresentadas na Tabela 14, estando as mesmas organizadas por cada tipologia geral de tarefa de *setup*.

Tabela 14 - Subtarefas internas transformadas em externas

Tarefa geral	Descrição da subtarefa	Duração (min)
A	Colocação de mangueiras de pressão de ar junto à máquina	2
B	Colocação das ferramentas junto à máquina	2
C	Colocação das vedações e dos bipartidos junto à zona de vedação, e abertura dos bipartidos para facilitar a montagem	15
D	Colocação da matéria-prima de purga junto às extrusoras	5
	Corte de filtros de redes	4
	Colocação dos carrinhos de limpeza junto à máquina	4
E	Colocação das mangueiras de pressão de ar no local para realizar a limpeza	2
	Colocar caixote vazio para recolha de restos de purga no piso 2	15
	Buscar a bobine de reboque	5
F	Preparar extremidade da bobina de reboque	15 <sup>(1)</sup> /35 <sup>(2)</sup>
	Colocar e prensar terminal na extremidade da bobina de reboque	6
	Colocar a bobina de reboque no bobinador	4
	Colocação das matérias-primas do fabrico seguinte no piso 3	40
G	Retirar caixotes da produção anterior do piso 3 para o piso 0	15
	Colocar mangueiras de pressão de ar junto das plataformas de MP	2
	Colocar placa de apoio à descarga dos silos junto dos mesmos	2
	Preparar o suporte de guiamento com os roletes corretos <sup>(3)</sup>	5
H	Colocação da bobina de alimentação junto ao desbobinador	4
	Preparação da ponta da bobina de alimentação	15 <sup>(1)</sup> /60 <sup>(2)</sup>
	Colocação da bobina de recolha junto ao bobinador	4

(1): cabos de secção inferior a 630mm<sup>2</sup>

(2): cabos de secção igual ou superior a 630mm<sup>2</sup>

(3): apenas para cabos de secção triangular

Ponto que requer especial menção é a colocação das matérias-primas do fabrico seguinte no piso 3, como tarefa externa. Foi criado um espaço no piso 3 (Figura 33) para colocação destas MP's antes da máquina parar, permitindo um ganho considerável de aproximadamente 40 minutos.



Figura 33 - Zona criada para colocação de MP's do fabrico seguinte

Após a conversão das tarefas internas em externas (Tabela 14), as mesmas foram agrupadas num documento e afixadas junto à máquina, para logo desde esta fase, incutir nos trabalhadores a necessidade e o impacto que a realização, de forma externa, destas tarefas têm na redução dos *setups* e no conseqüente aumento da produtividade da máquina.

#### 3.3.2.4 Redução do Trabalho Interno e Externo

A fase anterior é de extrema importância, dado que a partir da mesma foi possível extrair reduções significativas ao tempo necessário/previsto para realização dos *setups*. Salienta-se que essa fase passou apenas pelo incutir aos operadores que realizem externamente as tarefas identificadas, ao invés de internamente (como faziam até ao momento).

Com o intuito de facilitar as fases seguintes da aplicação do SMED, foi decidido elaborar um plano de ações, atualizado semanalmente em reunião com os Departamentos de Melhoria Contínua, Produção e Manutenção, e também a criação de uma matriz ECRS (Eliminar, Combinar, Reduzir e Simplificar).

Desta forma, e segundo a abordagem descrita, foi possível concretizar, acompanhar e implementar melhorias, levando à redução dos tempos totais por tarefa, e conseqüentemente dos *setups*, como por exemplo pela compra de determinados equipamentos para realização de determinada tarefa, tal como a compra de uma prensa hidráulica para apoio aos *setups*.

No plano de ações foi possível identificar, por exemplo, a necessidade de elaboração de equipamentos para auxílio a determinadas tarefas, que através do uso dos mesmos, as tarefas são mais facilmente executadas, tal como o novo suporte para preparação da ponta do cabo da bobina de alimentação. Necessidades relativas à implementação de novas metodologias de realização de determinadas tarefas foram também identificadas no decorrer da elaboração e acompanhamento do plano de ações. Este plano de ações baseou-se na colocação em prática da ferramenta 5W2H.

Na Figura 34 é possível observar um excerto do plano de ações elaborado, sendo que a versão completa do mesmo se encontra no Apêndice 4. Como é possível ver pela figura mencionada anteriormente, para cada ponto adicionado, é registada a data de abertura, o que é o ponto, o porquê de ele surgir, onde há a necessidade referente ao ponto, quem irá tratar do mesmo, data-limite de resolução, de que forma será resolvido e quanto representa o ponto. Por exemplo, o ponto relativo à plataforma de segurança do bobinadores surgiu em dezembro, e a mesma é relativa à segurança dos operadores, localizada no bobinador da CV01, sendo que foram 2 pessoas definidas para a resolução do ponto, para uma data-limite de 31/12. A resolução passou pela colocação da plataforma, com um determinado custo associado.

Data de abertura	5W					2H		Status
	O quê? (What?)	Porque? (Why?)	Onde (Where)	Quem? (Who?)	Quando? (When?)	Como? (How?)	Quanto? (How much)	
09/12/2020	Plataforma de segurança nos bobinadores	Segurança / Prático	Bobinadores CV01	Manut. / CT	28/fev	Construir as plataformas		OK
09/12/2020	Caixa de vedações otimizada	Tempo perdido na mudança das vedações	Zona das vedações	MC		Análise do investimento; falar com Troester		
09/12/2020	Limpeza do tubo cantenário CV02	Evitar N/C	Pavilhão 5	T	23/dez	Camião sistema		Ok
09/12/2020	Torno de corrente	Facilitar a preparação da ponta da bobina	Piso 0	PB e V	28/fev	Comprar torno de corrente		OK
09/12/2020	Definição da tipologia de reboques por secção	Para melhorar o início de fabrico por produto	Parque exterior	D	15/02/2020	Identificar todas as bobinas		OK

Figura 34 - Excerto da tabela 5W2H criada e revista semanalmente

A segunda abordagem que permitiu a redução dos tempos de *setup*, foi a elaboração de uma matriz ECRS, tal como já mencionado. Esta abordagem, em paralelo com o plano de ações, permitiu eliminar, combinar, reduzir e simplificar as variadas tarefas presentes nas várias tipologias de *setups*, interna e externamente, com especial foco nas internas. A matriz é apresentada na Tabela 15, tendo em conta cada uma das suas fases.

Tabela 15 - Matriz ECRS

Fase da Matriz ECRS	Tarefa	Melhoria	Redução temporal da tarefa (min)
E	Colocação das mangueiras de pressão de ar junto ao tubo da linha CV02 aquando da paragem da mesma para apoio à tarefa A (redução de velocidade + arrefecimento e despressurização do tubo)	Resolução do problema de arrefecimento do tubo, presente na entrada do mesmo	2
	Colocação das mangueiras de pressão de ar junto à zona de limpeza de ferramentas e limpeza da máquina para apoio à tarefa E (limpeza da máquina)	Colocação de suporte com enroladores automáticos de mangueiras e ligações de ar comprimido nas zonas de extrusão de ambas as linhas	12
C	Todas as tarefas	Realização das tarefas em simultâneo	*
R	Todas as tarefas	Inserção de operadores extra	*

Todas as tarefas	Inserção de um 5º operador por turno	*
Desenfiar a Linha (comprimento de cabo para sucata)	Desenfiar o cabo presente na linha para uma bobina de sucata	100
Preparação da ponta da bobina de alimentação	Construção de novo suporte para preparação de pontas	6
Tarefas de limpeza da máquina e ferramentas e Troca de Matéria-Prima	Investimento em enroladores automáticos das mangueiras de pressão de ar e colocação dos mesmos em pontos estratégicos de limpeza da máquina	20
S		
Corte de cabo mau para sucata	Investimento numa máquina de corte mais eficiente (tipo tesoura)	7
Corte das redes para os filtros	Criação de moldes para todos os tipos de filtros	5
Desmontagem e montagem da cabeça de extrusão	Investimento numa máquina de impacto	10

\*Será mostrado de seguida com recurso aos *Gantt*s criados

Nas Figuras 35 e 36 é possível visualizar 2 dos vários *Gantt*s criados para as diferentes tipologias de setup existentes. No Apêndice 5 são mostrados os restantes *Gantt*s criados. Nos mesmos é possível visualizar a presença de Operadores Extra que são encaminhados de outras máquinas (onde são ajudantes), sempre que ocorre um *setup* com necessidade dos mesmos, sendo que com a presença dos extras definidos conseguiu-se obter reduções superiores dos tempos definidos para realização dos *setups*. Estes operadores extra são maioritariamente trabalhadores de máquinas a jusante no processo produtivo, e dado que as máquinas em estudo representam um gargalo no mesmo, é primordial dar uma resposta rápida às mudanças de fabrico realizadas nas mesmas, sendo que em caso contrário as máquinas a jusante ficarão em espera.

A inserção de um 5º elemento por turno (ajudante principal) permitiu uma melhor alocação de tarefas por cada operador, e em paralelo uma redução dos tempos previstos por *setup*. Este operador ajudante principal deverá estar sempre munido de competências sobre a máquina e as suas características, no sentido de realizar parte

das tarefas mais importantes, que seriam alocadas antes ao operador principal. Por exemplo, o mesmo deverá ser capaz de realizar a troca de matéria-prima, de vedações, etc, sem dificuldades e transmitindo segurança nas tarefas que realiza. O operador do bobinador realizará tarefas em auxílio do operador principal, como por exemplo, o operador principal na limpeza da máquina desmonta os vários componentes (porta-points, fuso, etc), e o operador do bobinador procede à limpeza dos mesmos.

Para uma certa tipologia de *setup*, é possível que o tempo previsto para realização do *setup* seja diferente entre as duas máquinas. Por exemplo, num *setup* com ocorrência de desenfiar+enfiar a linha, na CV01 a máquina pode ser desenfiada enquanto se inicia a limpeza das extrusoras. Na linha CV02 isto já não é verificado, dadas as características das extrusoras e da cabeça, não permitindo desenfiar a máquina em simultâneo com tarefas de limpeza das extrusoras ou da cabeça de extrusão. Tudo isto foi testado no sentido de obter-se os tempos mais reduzidos possíveis.

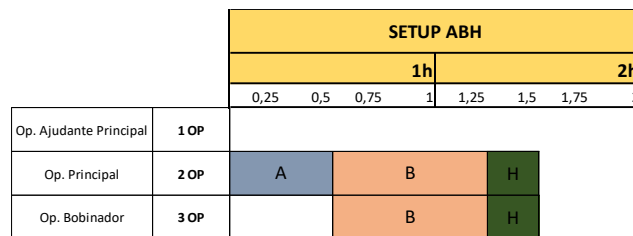


Figura 35 - Gantt tipologia setup ABH

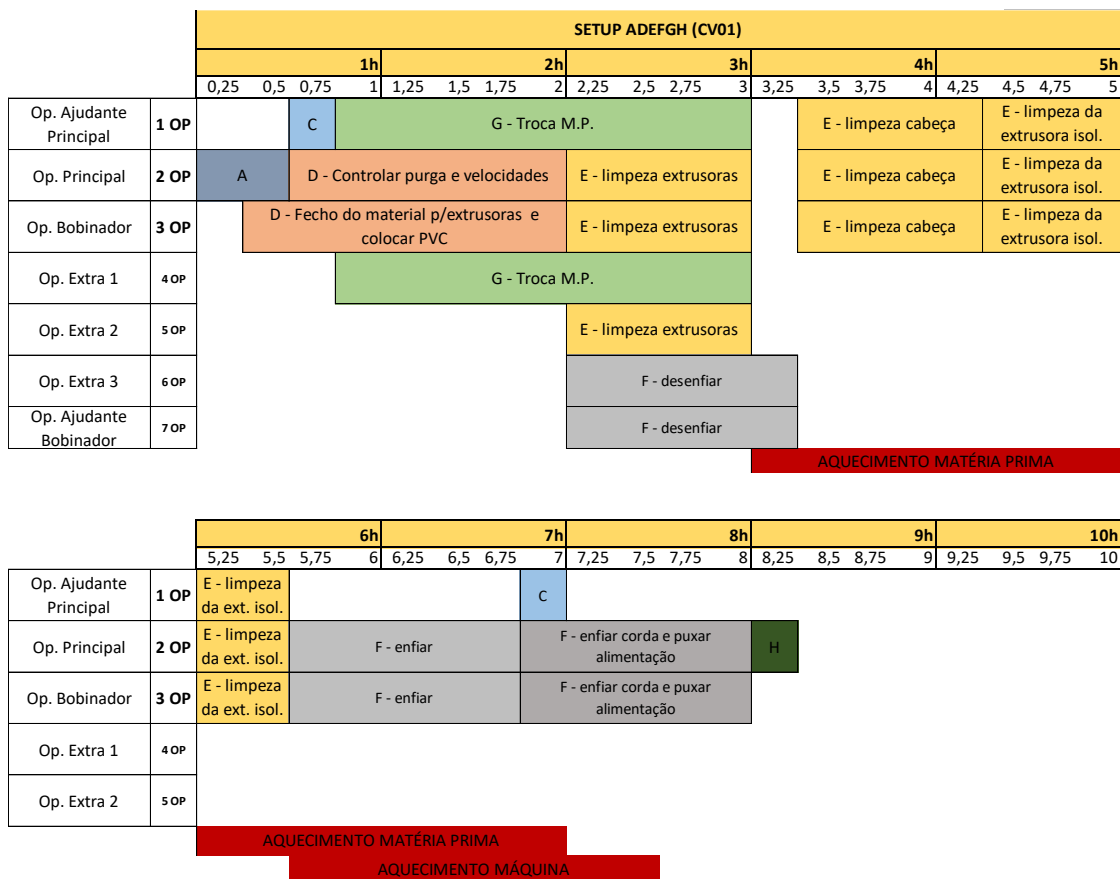


Figura 36 - Gantt tipologia de setup ADEFGH (CV01)

Nas Tabelas 16 e 17 é possível observar um resumo dos standards dos *setups*, em que são apresentadas as tipologias de *setup*, os seus tempos previstos antigos e os novos tempos previstos, após a implementação da metodologia SMED. De salientar que aqui a implementação dos 5S também teve certa influência, dado que por exemplo a identificação dos componentes de vedação facilita na seleção dos mesmos para realizar uma rápida mudança de vedações.

Tabela 16 - Análise *setups* CV01

Tipo de Setup	Frequência	Nº Op.	Nº Op. Extra	Standard antigo	Standard novo	Total horas standard antigo	Total horas novo standard
ABH	23	2	0	1,75	1,5	40,25	34,5
ABCH	23	3	0	2	1,5	46	34,5
ADEGH	22	5	2	13,25	7,5	291,5	165
ADEFHJ	9	5	2	17,25	9,25	155,25	83,25
ADEFGH	11	7	3	19,25	8,25	211,75	90,75
ADEHJ	2	3	0	11,25	8,5	22,5	17
ADEFH	3	5	2	16,25	8,25	48,75	24,75
ADEGHJ	5	5	2	14,25	8,5	71,25	42,5
ADEFGHJ	13	7	3	20,25	9,25	263,25	120,25
<b>TOTAL</b>						<b>1150,5</b>	<b>612,5</b>

Tabela 17 - Análise *setups* CV02

Tipo de Setup	Frequência	Nº Op.	Nº Op. Extra	Standard antigo	Standard novo	Total horas standard antigo	Total horas novo standard
ADEGH	49	5	2	13,25	7,50	649,25	367,5
ABCH	60	3	0	2	1,50	120	90
ABH	67	2	0	1,75	1,50	117,25	100,5
ADEFGH	10	5	2	16,25	10,25	162,5	102,5
ADEFH	9	3	0	13,25	10,25	119,25	92,25
<b>TOTAL</b>						<b>1168,25</b>	<b>752,75</b>

Também é possível observar nas Tabelas 16 e 17 a diferença temporal na realização dos vários *setups* no ano 2020 segundo o antigo *standard* e o novo *standard*. Para a linha CV01, teríamos atingido uma poupança temporal de 538 horas, ou seja, cerca de 22 dias. Por sua vez, para a linha CV02 o ganho temporal seria de 415,5 horas, correspondendo, portanto, a 17 dias. Contudo, os tempos totais referidos e representativos do tempo que seria ganho para o ano de 2020, não são verdadeiramente tempos ganhos em capacidade produtiva das linhas, dado que há paragens para *setups*, possíveis manutenções, etc, que devem ser desta forma tidas em conta. Sendo assim, assumindo um valor de 65% representativo da capacidade produtiva real de cada máquina, temos como resultado cerca de 350 horas (15 dias) para a CV01 e 270 horas (11 dias) para a CV02, de tempo em que a máquina estaria em estado de disponibilidade para produzir. Isto em termos de capacidade produtiva representa um ganho enorme, mostrando desde já as valências das ferramentas *Lean* e metodologia SMED aplicadas.

Com as melhorias propostas foi possível atingir os seguintes resultados, relativamente aos *standards* de *setups* atualizados:

- CV01:
  - Redução média do tempo previsto para os diferentes *standards* de *setups* igual a 39%;
  - Para algumas tipologias de *setup*, registou-se reduções superiores a 8 horas (representa um turno de trabalho) no que diz respeito à duração prevista dos mesmos;
  - Redução máxima de 57% (tipologia de *setup* ADEFGH) e mínima de 14% (tipologia de *setup* ABH) relativamente aos tempos previstos para *setup*.
- CV02:
  - Redução média do tempo previsto para os diferentes *standards* de *setups* igual a 28%;
  - Para algumas tipologias de *setup*, registou-se reduções superiores a 5 horas no que diz respeito à duração prevista dos mesmos;
  - Redução máxima de 43% (tipologia de *setup* ADEGH) e mínima de 14% (tipologia de *setup* ABH) relativamente aos tempos previstos para *setup*.

O cumprimento dos *standards*, após a atualização dos mesmos realizada no início do presente ano e até ao final do mês de agosto, é igual a 68% para *setups* realizados na linha CV01 e igual a 65% para *setups* realizados na linha CV01, valores bastante satisfatórios, que mostram a capacidade de realização dos diferentes *setups* em tempos mais reduzidos, aumentando desta forma o tempo produtivo.

### 3.3.3 Construção de OPL's

Como já mencionado, há a falta de padronização de determinadas tarefas, com o intuito que as mesmas sejam feitas da forma mais correta, evitando o surgimento de atrasos pela má concretização das tarefas. Desta forma, a forma de resolver este problema, foi a construção de OPL's (diz respeito a uma descrição simples e visual da correta realização de uma tarefa).

#### OPL CV's



#### Procedimento de realização da Purga

- Colocar as extrusoras a extrudir todo o material que está no seu interior (s/c, PEX, HEPR, etc), mantendo as temperaturas de produção de cada material por extrusora;
- Quando o material tiver saído todo, meter o PVC de Purga (mantendo as temperaturas anteriores), segundo as seguintes quantidades mínimas:
  - Ext. 90 e 105: 2 baldes cada;
  - Ext. 60: 1 balde;
  - Ext. 150 e 200: 6 baldes cada.
- Quando o PVC de Purga começar a sair na cabeça, coloca-se o fuso a 10 rotações/minuto e colocam-se as seguintes temperaturas, em graus Celsius (°C):
  - Cabeça: 130°C;
  - Extrusoras:

		Fuso	Alim.	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Gram1	Gram2	Adap
CV01	Ext. 150	100	45	120	130	140	140	140	140	140	140
	Ext. 60	100	---	120	130	140	140	---	140	140	140
	Ext.90	100	---	120	130	140	140	---	140	140	140

		Paraf	Trem.	Cil.1	Cil.2	Cil.3	Cil.4	Cil.5	Cil.6	Gramp1	Gramp2	Con.
CV02	Ext. 200	100	45	120	130	140	140	140	140	140	140	140
	Ext. 90	100	---	120	130	140	140	---	---	140	140	140
	Ext.105	100	---	120	130	140	140	---	---	140	140	140

- Até ao final da purga, as temperaturas devem ser mantidas, sendo que a mesma termina quando o material extrudido for só PVC;
- Após a purga, voltar a colocar as temperaturas normais de produção - temperaturas utilizadas no ponto 1.

Criado por: PB

Aprovado por: MT e LS

Data criação: 25/05/2021 v1

Área: Produção

Figura 37 - OPL relativa ao Procedimento de realização da Purga

Assim sendo, e dado que é importante que todos os operadores efetuem a purga das extrusoras da forma correta e sempre da mesma forma, foi criada uma OPL para esta tarefa (Figura 37), mostrando as temperaturas corretas a colocar na máquina e as quantidades corretas de material de purga, bem como o procedimento correto. Com a utilização da correta quantidade de material de purga e as temperaturas corretas, é garantida uma correta realização desta mesma tarefa.

Uma outra OPL realizada foi relativa à colocação de caixotes vazios no piso 1. Esta foi uma OPL que surgiu no decorrer da aplicação do SMED, em que se denotou uma necessidade na criação de um espaço para colocação de caixotes vazios para serem usados nas limpezas da máquina, dado que não havendo um local e uma ordem de que aquela tarefa deveria ser respeitada, a mesma era ultrapassada por alguns turnos. Desta forma, foi definido um local para a colocação dos caixotes vazios referidos, e no sentido de aproveitamento do espaço, foram também criados espaços para colocação

de peças das extrusoras que de momento não estão em funcionamento e colocação da caixa com a cabeça secundária da linha CV01. O espaço (Figura 38) foi criado no piso do acumulador (Piso 1), dado ser um local próximo da zona de uso dos caixotes. A OPL construída (Figura 39) identifica quando o caixote deve ser colocado, e no local correspondente.



Figura 38 - Espaço criado para colocação dos caixotes vazios no Piso 1

#### OPL CV's



SolidAI  
Condutores Eléctricos, S.A.

#### Procedimento de utilização dos caixotes vazios para auxílio nas CV's

1. Há dois espaços demarcados no chão do piso 1 para colocação de caixotes vazios;
2. Sempre que um (ou mais) dos caixotes vazios seja necessário, o operador deverá retirá-lo e fazer uso do mesmo;
3. O operador que retirou o caixote deverá, assim que possível, voltar a colocar um caixote vazio no espaço;
4. Este é um procedimento que deve ser respeitado, de forma a haver uma facilidade em obter um caixote vazio sempre que necessário.



Localização: Piso 1, CV's

Criado por: PB

Data criação: 1/02/2021 v1

Área: Produção

Figura 39 - OPL relativa ao procedimento de utilização dos caixotes vazios para auxílio nas CV's

Por fim, resultante da ocorrência de uma errada colocação das matérias-primas nas *racks* para armazenamento das mesmas, foi realizada uma OPL para a realização correta do procedimento mencionado. A OPL criada (Figura 40) identifica a forma como deve ser realizada esta mesma tarefa, evitando assim danos na plataforma de armazenamento de matérias-primas.

OPL CV's



### Procedimento de colocação de MP's nas Racks

Sempre que for necessário colocar caixotes ou sacos de MP nas Racks, o carregamento deverá ser realizado pela parte das traseiras das mesmas e nunca pela parte frontal.

Para abrir os portões da parte das traseiras das Racks, os operadores devem pedir ao respetivo CT que faculte o comando que está na sua posse. **No final, o mesmo deverá ser devolvido.**

O carregamento deverá ser realizado com o empilhador na perpendicular à estrutura das Racks, de forma a garantir que o caixote irá correr todo o seu corredor sem ficar preso nas laterais.

Criado por: PB      Aprovado por: MT      Data criação: 13/07/2021 v1      Área: Produção

Figura 40 - OPL relativa ao Procedimento de colocação de MP's nas Racks

### 3.3.4 Construção de matriz de setups

Com o objetivo de que o planeamento tenha uma noção mais realista da necessidade de *setups* entre as produções em determinado espaço temporal e para auxílio nas análises realizadas relativamente ao ano de 2020, foi criada uma matriz, em que são inseridos os códigos dos cabos a serem produzidos, e a mesma devolve o tempo total do *setup* previsto e a tipologia do mesmo.

Na Figura 41 é possível visualizar a matriz construída, em que nas células a amarelo são inseridos os códigos dos cabos, e após a matriz recolher os dados da base de dados e manipular os mesmos, devolve o tipo de *setup* e o seu tempo previsto (células a cor de laranja). Isto permite que as pessoas responsáveis pelo planeamento tenham uma ideia do tempo aproximado que irá ser necessário entre as produções para ser realizada a mudança de fabrico.

Cód.	Descrição	Tipo M.P	Fornecedor	Secção	Tensão	Borracha	D. Total	Dif D. Total	Dif D. Alma	Tipo de setup	Tempo Total
C109193	ARMCBQ-1200MM2-132PEX-1,2/14,4/1,2AD	XLPE < 150	Misto	1200	120	84	74,8	10,1	3,1		
C99949	CuRMC-630mm2-66-PEX-0.80/9.00/0.80AD	XLPE < 150	Misto	630	66	58	51,8	23	10,6	ADEFHJ	9,25
C83879	ARMC 630mm2 45kV HEPR-0.8/7.0/0.8-AD	HEPR < 150	Misto	630	45	58	47,2	4,6	0,6	ADEGH	7,5
C2865	ARMC 500mm2 66kV HEPR-1,0/8,5/1,0-AD	HEPR < 150	Misto	500	66	58	47,1	0,1	3,9	ABH	1,5

Figura 41 - Matriz de *setups* criada

Com esta matriz, o planeamento pode ser alterado, testando vários possíveis cenários, e finalizando com o que corresponde o mínimo tempo perdido em mudanças de

fabrico. Como sabemos, um planeamento da produção realizado de forma eficaz, permite uma diminuição dos tempos de *setups*.

Um trabalho futuro passará pela criação de uma ferramenta que, com base na matriz criada, analise os cabos a entrar em produção e devolva a solução ótima, ou seja, o seguimento de produção que reduza o tempo total somado dos *setups* a serem realizados entre as produções.

### 3.3.5 Desenfiar o comprimento de cabo de sucata diretamente para uma bobina

Dado o problema identificado, foi encetado um estudo relativamente a esta situação, tendo-se chegado a uma solução para a redução do tempo necessário para esta tarefa: o cabo deve ser desenfiado diretamente para uma bobine de sucata (esta bobina de sucata é posteriormente direcionada para o sucateiro). Esta solução (Figura 42) permite que a linha ande a velocidades superiores (cerca de 3 a 5 vezes superior à velocidade a que anda para o corte na hora, dependendo do cabo que é desenfiado).



Figura 42 - Realização da tarefa segundo a melhoria proposta

Analisando esta solução para o ano de 2020, e somando a poupança em todos os *setups* que envolvem esta tarefa, teríamos uma poupança de cerca de 79 horas na tarefa mencionada, com uma poupança média por *setup* de aproximadamente 100 minutos. Das 79 horas de poupança para o ano de 2020, cerca de 71 horas dizem respeito à linha CV01 e as restantes 8 horas dizem respeito à linha CV02. Esta grande diferença deve-se ao facto de a linha CV02 trabalhar com um intervalo de secções inferior à linha CV01, sendo poucas as vezes em que é necessário realizar esta tarefa.

A melhoria identificada e implementada desde então, apenas obriga a que antes do *setup* seja colocada uma bobina no segundo bobinador da respetiva máquina, para ser possível desenfiar o comprimento de cabo para sucata, tarefa essa realizada externamente, não afetando negativamente o tempo de *setup*.

### 3.3.6 Análise do investimento de um novo sistema de vedação para a linha CV01

Um dos pontos que poderá trazer ganhos significativos é a substituição do *Endsealing* presente em cada uma das duas linhas de extrusão. O sistema existente (Figura 44) exige uma substituição das borrachas de vedação de forma manual, mediante a necessidade do fabrico seguinte.

O novo sistema analisado (Figura 43), construído pela Troester (fornecedor das duas linhas de extrusão em estudo), não exige uma necessidade de substituição das borrachas de vedação, dado que o mesmo tem um sistema que se adapta mediante o cabo que nele passa. A aplicação deste novo sistema permitiria ganhos relativos à não necessidade de substituição dos bipartidos, borrachas de vedação e aros (componentes que fazem a vedação do tubo de arrefecimento), não seria necessário desenfiar e enfiar a linha tantas vezes quantas as que são necessárias atualmente.

No ano de 2020 ocorreram 46 *setups* com necessidade de reboque (dado trocar de classe – definida em função do diâmetro do cabo). Com o novo sistema, 19 desses *setups* não teriam necessidade de reboque; para além destes ganhos, há os ganhos referentes às trocas normais de vedações (sem trocar de classe), dado que deixariam de ser necessárias, e o próprio sistema iria-se ajustar mediante a necessidade. Dos 19 *setups* que evitariam reboque, 10 deles passariam de um *setup* extenso (com limpeza da máquina), para um *setup* de apenas troca de ferramentas; os restantes 9, têm a necessidade de troca de MP, sendo necessário um *setup* extenso para limpeza da máquina. Todas estas reduções do tempo total de *setups*, perfazem um total de 207,5 horas, número bastante elevado e que mostra a capacidade de atingir ganhos satisfatórios com este equipamento proposto. A compra de bipartidos, borrachas de vedação e aros deixaria de ser necessária.

Em conversações com a equipa de Produção, ficou decidido o agendamento de uma reunião e visita presencial com a equipa da empresa Troester, no sentido de analisar a linha e a recetividade da mesma a receber o equipamento analisado. Poderá ser ponderado também aplicar este sistema à linha CV02, ponto que será debatido na reunião com a empresa Troester.



Figura 44 - Sistema de vedação (*endsealing*) existente na empresa



Figura 43 - Sistema de vedação (*endsealing*) proposto

### 3.3.7 Levantamento da necessidade de ferramentas para a cabeça secundária da linha CV01

Até ao momento, a empresa não possui as ferramentas de extrusão para medidas inferiores a 1000mm<sup>2</sup> para a segunda cabeça de extrusão da linha CV01. Tendo por base a análise realizada e os seus ganhos (a nível da redução da necessidade de *setups* ou duração dos mesmos), um levantamento das ferramentas necessárias segundo as produções que são feitas na linha CV01 está a ser feita pelo Engenheiro de Processo existente na fábrica, para de seguida as mesmas serem encomendadas e a redução da necessidade de *setups* e redução temporal dos mesmos começar a ser visível. Convém salientar que com o uso maioritário da cabeça com a capacidade superior, que passará a ser a cabeça de extrusão principal da linha CV01, as ferramentas da cabeça de menor capacidade não são desperdiçadas, dado que as mesmas são usadas atualmente também na linha CV02.

De salientar que com a existência de ferramentas de extrusão para a cabeça grande, irá permitir uma redução de 1 hora por *setup* que antes exigia a troca de cabeças de extrusão.

### 3.3.8 Monitorização e Gestão Visual

Em qualquer empresa é importante efetuar uma monitorização dos processos ocorridos na mesma. Aqui, não sendo exceção, e dado que a monitorização das duas linhas de extrusão não estava a ser realizada diariamente de forma ativa, tomou-se a ação de criar dois quadros de monitorização: um para os variados indicadores e *setups* e outro para identificação dos horários em que os *setups* ocorrem para serem realizados acompanhamentos. A monitorização não permite apenas ver resultados diários, mas também acompanhar resultados atingidos com as variadas mudanças e melhorias implementadas a longo prazo.

Tal como mencionado, um dos quadros criados serve para realizar a monitorização diária das máquinas/linhas em que estão a decorrer projetos (CV01, CV02, LE03, LE04 e CI02), e o mesmo está presente na sala do departamento de Melhoria Contínua, onde a equipa reúne-se para falar dos mesmos diariamente. O quadro mencionado é apresentado na Figura 45.

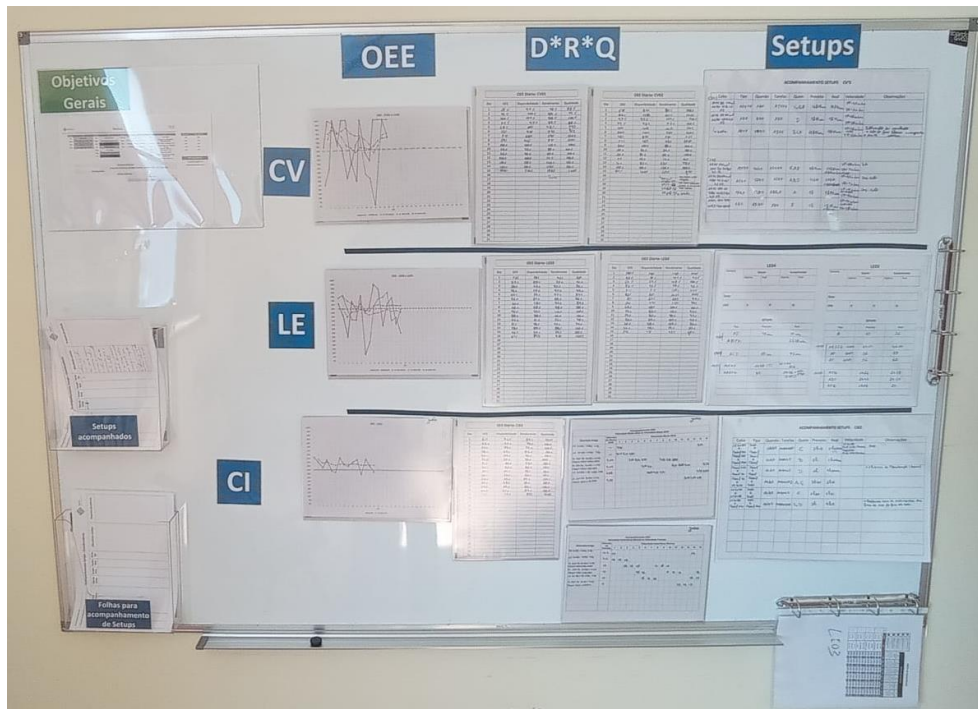


Figura 45 - Quadro de monitorização das linhas com projeto

Todos os dias são preenchidos os valores dos variados indicadores (OEE, disponibilidade, rendimento e qualidade), a evolução dos mesmos ao longo do mês e os *setups* realizados. No mesmo também estão presentes os objetivos anuais do departamento e um expositor com acompanhamentos de *setups* realizados pelos coordenadores dos mesmos (ou pelos variados elementos da equipa de Melhoria Contínua).

No departamento também foi afixado um quadro em que diariamente são calculadas as horas a que irá ocorrer *setup* nas variadas máquinas e são colocadas etiquetas na hora correspondente em que os mesmos irão ocorrer nas máquinas correspondentes. Cada máquina é identificada segundo uma cor definida, facilitando assim a identificação dos *setups* para a máquina correspondente. Este quadro (Figura 46) serve para que diariamente os coordenadores de *setups* giram o seu tempo em função dos *setups* que irão ocorrer ao longo do turno em que estão presentes e assim realizarem os acompanhamentos.

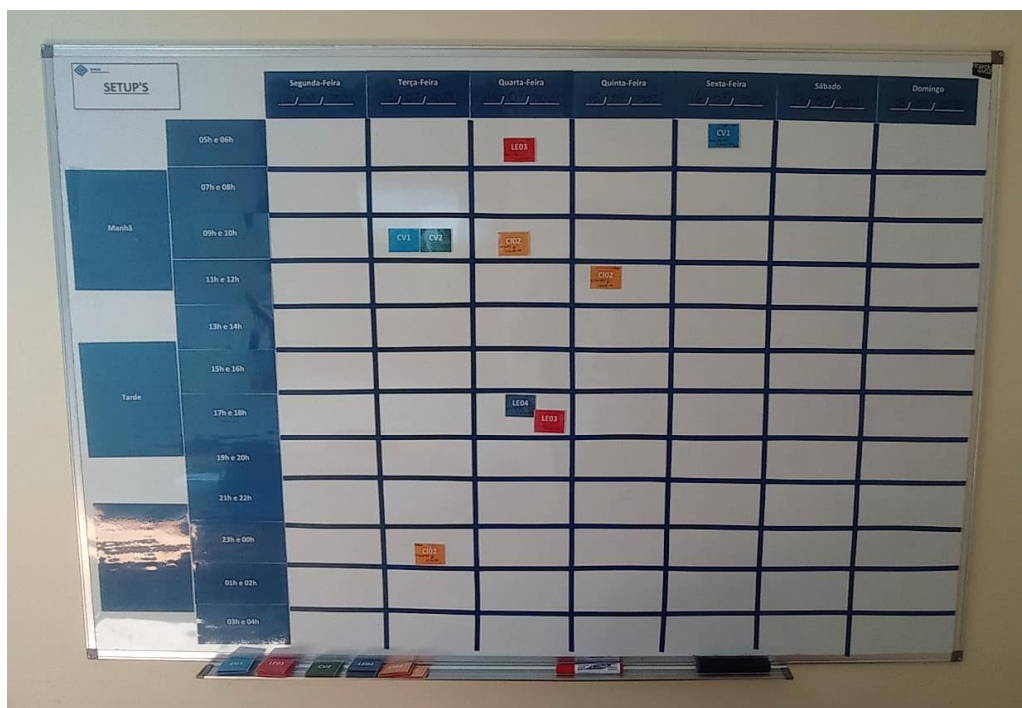


Figura 46 - Quadro de identificação de *setups* a ocorrer durante a semana em análise

Foi definida a necessidade de 4 coordenadores de *setups*, sendo um por cada um dos 4 turnos diferentes existentes, levando a que haja um acompanhamento mais rigoroso dos *setups*, e que todos os operadores e extras definidos para as máquinas cumpram as funções correspondentes.

O *template* de acompanhamento de *setups* a ser utilizado pelos coordenadores sempre que estejam perante um *setup* nas máquinas/linhas projeto pode ser visto no Apêndice 6. Este *template* servirá para recolher informações relativas aos *setups*, tais como: dificuldades sentidas, oportunidades identificadas e número de operadores no *setup*. Após a sua recolha, os dados recolhidos são analisados e faz-se por dar resposta às necessidades.

### 3.3.9 Realização de análise RAM e Implementação da Manutenção Autónoma

Dados os tempos pertencentes à realização de manutenções nas duas linhas em análise ser bastante elevado para o ano de 2020, procedeu-se então à realização de uma análise RAM com o objetivo de entender quais os componentes com maior influência nesses dados, e após isso construir os standards de Manutenção Autónoma.

Iniciou-se pela realização do filtro das mesmas por cada grupo: Máquina parada por avaria, Corretiva sem máquina parada, Melhoria e QAS. Após a filtragem das mesmas, o estudo concentrou-se nas paragens relativas ao grupo “Máquina parada por avaria”. Convém desde já salientar que o período de análise é reduzido, sendo o mesmo desde o dia 03/11/2020 até ao dia 21/05/2021 – este período compreende-se desde a data em que há registos na empresa até ao dia em que se iniciou esta análise.

Na Tabela 18 são mostradas as tipologias de avarias ocorridas nas linhas em análise (podem ser vistas como referentes aos equipamentos em que as mesmas ocorreram) que provocaram a paragem da linha.

Tabela 18 - Tipologias de avarias registadas para as duas linhas em análise que provocaram a paragem da linha

<b>CV01</b>	<b>CV02</b>
CV01 - Extrusora 90 Troester CV01	CV02 - Sensores MP piso3 CV 02
CV01 - Extrusora 60 Troester CV01	CV02 - Extrusora 200 Troester CV 02
CV01 - Cabeça tripla extrusão CV01	CV02 - Cabeça extrusão+Unid. Aquecimento
CV01 - Arrastador de entrada Troester CV01	CV02 - Equip. Sikora diâmetro/esp. CV 02
CV01 - Extrusora 150 Troester CV01	CV02 - Circ.água arrefec.T.vulcaniz. CV 02
CV01 - Equip. Sikora diâm/esp. Troester CV01	CV02 - Arrastador de saída Troester CV 02
CV01 - Circ.azoto T.vulcaniz. Troester CV01	CV02 - Extrusora 90 Troester CV 02
CV01 - Tubo de vulcanização Troester CV01	CV02 - Arrastador de entrada Troester CV02
CV01 - Roda de envio Arrast Ent CV 01	

Foi elaborado um Diagrama de Pareto para cada uma das duas linhas, com vista à análise da frequência com que as avarias surgem para cada equipamento geral da linha e também analisar as percentagens cumulativas para desta forma termos uma perceção de quais são as tipologias de avarias que mais ocorreram nas linhas. Na Figura 47 é mostrado o Diagrama de Pareto para o total de horas de paragem por tipologia de componente em que ocorreu, relativo à linha CV01 e na Figura 48 a abordagem é a mesma, mas relativamente à linha CV02.

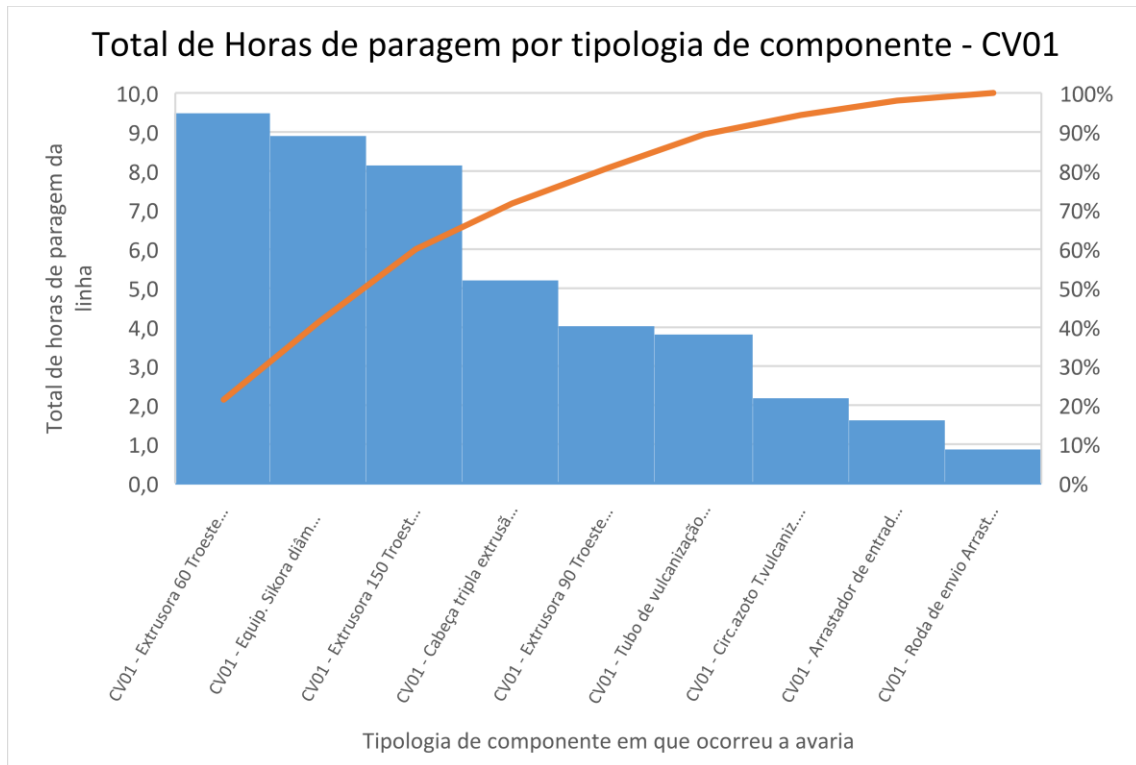


Figura 47 - Diagrama de Pareto para o Total de horas de paragem para manutenção por tipologia de componente na linha CV01

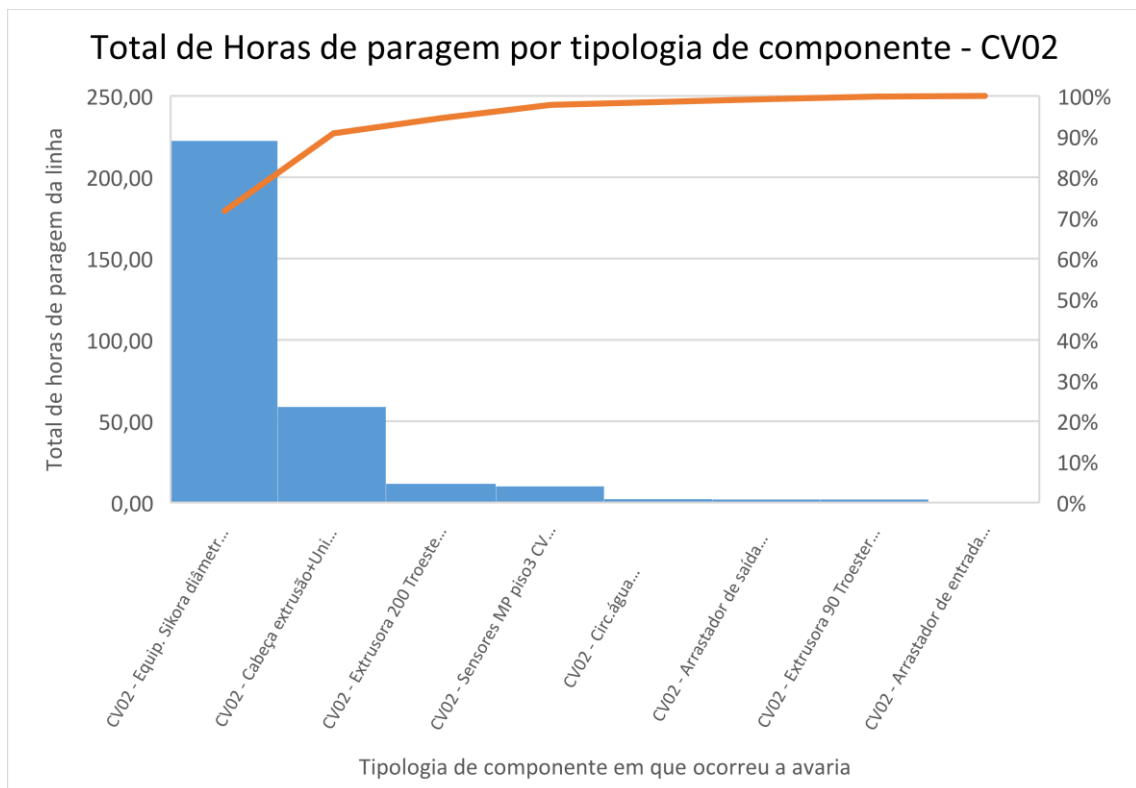


Figura 48 - Diagrama de Pareto para o Total de horas de paragem para manutenção por tipologia de componente na linha CV02

Analisando os diagramas de Pareto construídos, podemos concluir o seguinte relativamente às duas linhas em análise:

- CV01 (Figura 47):
  - A avaria que levou a um maior número de horas de paragem da máquina foi relativa à extrusora 60 – para o período em análise, esta paragem corresponde a cerca de 20% do total de horas de paragem registadas;
  - As paragens relativas ao equipamento Sikora e às extrusoras 60 e 150 são as mais salientes, correspondendo a cerca de 60% do total registado;
  - As paragens menos salientes foram relativas ao arrastador de entrada e ao circuito de azoto, correspondendo a menos de 5% do total registado.
- CV02 (Figura 48):
  - O “Equip. Sikora diâmetro/esp. CV 02” foi o que teve maior influência nesta linha, dado corresponder a mais de 70% do total temporal das ocorrências, o que representa um número bastante elevado;
  - Para as 7 restantes tipologias de ocorrências ocorridas, apenas 3 se mostram minimamente salientes, sendo que as mesmas se referem à cabeça de extrusão, à extrusora 200 e aos sensores de MP;
  - A paragem menos saliente foi relativa ao arrastador de entrada, e a mesma tem um valor residual (apenas 0.3 horas de paragem).

De seguida foram calculados o MTTR, MTBF, Fiabilidade para 1 semana e 1 mês, Disponibilidade e Manutenibilidade, para ambas as linhas e esses valores são mostrados nas Tabelas 19 e 20.

Tabela 19 - Resultados obtidos para os indicadores da análise RAM - linha CV01

Componente	Nº de Horas de Paragem	MTTR	MTBF	Conf. (1 sem)	Conf. (1 mês)	Disp.	Manut.
CV01 - Extrusora 90 Troester CV01	4,0	1,0	1190,8	86,84%	53,54%	99,92%	92,65%
CV01 - Extrusora 60 Troester CV01	9,5	2,4	1189,5	86,83%	53,50%	99,80%	67,06%
CV01 - Cabeça tripla extrusão CV01	5,2	1,3	1190,5	86,84%	53,53%	99,89%	86,80%
CV01 - Arrastador de entrada Troester CV01	1,6	1,6	4765,7	96,54%	85,55%	99,97%	80,37%
CV01 - Extrusora 150 Troester CV01	8,2	1,6	951,8	83,82%	45,77%	99,83%	80,11%
CV01 - Equip. Sikora diâm/esp. Troester CV01	8,9	8,9	4758,5	96,53%	85,53%	99,81%	25,61%

CV01 - Circ.azoto T.vulcaniz. Troester CV01	2,2	2,2	4765,2	96,54%	85,54%	99,95%	70,05%
CV01 - Tubo de vulcanização Troester CV01	3,8	3,8	4763,5	96,53%	85,54%	99,92%	49,83%
CV01 - Roda de envio Arrast Ent CV 01	0,9	0,9	4766,5	96,54%	85,55%	99,98%	95,20%

Tabela 20 - Resultados obtidos para os indicadores da análise RAM - linha CV02

Componente	Nº de Horas de Paragem	MTTR	MTBF	Conf. (1 sem)	Conf. (1 mês)	Disp.	Manut.
CV02 - Sensores MP piso3 CV 02	10,1	10,1	4774,0	96,54%	85,57%	99,79%	81,19%
CV02 - Extrusora 200 Troester CV 02	11,8	1,3	530,3	72,85%	24,58%	99,75%	100,00%
CV02 - Cabeça extrusão+Unid. Aquecimento	59,0	5,9	472,5	70,08%	20,71%	98,77%	94,31%
CV02 - Equip. Sikora diâmetro/esp. CV 02	222,5	111,2	2280,8	92,90%	72,17%	95,35%	14,10%
CV02 - Circ.água arrefec.T.vulcaniz. CV 02	2,2	2,2	4781,9	96,55%	85,59%	99,95%	99,96%
CV02 - Arrastador de saída Troester CV 02	2,1	2,1	4782,0	96,55%	85,59%	99,96%	99,97%
CV02 - Extrusora 90 Troester CV 02	2,0	2,0	4782,0	96,55%	85,59%	99,96%	99,98%
CV02 - Arrastador de entrada Troester CV02	0,3	0,3	4783,7	96,55%	85,60%	99,99%	100,00%

Após o cálculo dos indicadores referidos, pode-se concluir que:

- CV01 (Tabela 19):
  - MTTR: equipamento de medição Sikora é o que apresenta o valor mais elevado de MTTR, sendo cerca de 2 vezes superior ao segundo maior valor registado (extrusora 60) e 7 das 9 tipologias têm um MTTR inferior à média (igual a 2,6 horas).
  - MTBF: as 3 extrusoras e a cabeça de extrusão são os equipamentos que apresentam os valores mais baixos (cerca de 4 vezes inferior comparativamente aos restantes equipamentos).

- Fiabilidade: analisando para 1 semana, os valores atingidos são superiores a 80%. Analisando para 1 mês, novamente as 3 extrusoras e a cabeça de extrusão apresentam valores relativamente baixos (cerca de 50%).
- Disponibilidade: valores satisfatórios – superiores a 99%.
- Manutenibilidade: o equipamento de medição Sikora apresenta aqui o valor mais baixo (cerca de 25%), e para tal requer uma atenção superior.
- CV02 (Tabela 20):
  - MTTR: equipamento de medição Sikora é o que apresenta o valor mais elevado de MTTR, sendo cerca de 10 vezes superior ao segundo maior valor verificado (sensores de MP piso 3) e 7 das 8 tipologias têm um MTTR inferior à média (igual a 16,9 horas).
  - MTBF: a cabeça de extrusão e a extrusora 200 apresentam valores bastante disparem em comparação com as restantes tipologias, e tal facto quer dizer que falham com maior frequência.
  - Fiabilidade: analisando para 1 semana, os valores atingidos são superiores a 70%. Analisando para 1 mês, a cabeça de extrusão e a extrusora 200 apresentam valores baixos (aproximadamente 21 e 25%, respetivamente), não transmitindo confiança na produtividade contínua da linha.
  - Disponibilidade: valores satisfatórios – superiores a 95%.
  - Manutenibilidade: o equipamento de medição Sikora apresenta aqui o valor mais baixo (cerca de 14%), e para tal requer uma atenção superior, dado que este valor bastante baixo mostra a dificuldade presente na manutenção deste equipamento.

É de reforçar o facto de que dado termos um tempo de observação/análise relativamente curto, os dados podem não refletir de forma real o que ocorre relativamente às paragens das linhas por falhas/avarias comparativamente a um longo período. Para uma análise mais demonstrativa, o tempo de análise deverá ser grande (por exemplo um ano).

No que se refere à Manutenibilidade das linhas, e com o objetivo de melhorar as condições em que a mesma é feita, reduzindo paralelamente o tempo despendido para tal, é importante:

- apresentar stock dos componentes mais críticos;
- existência dos materiais perto dos operadores;
- acessibilidade aos componentes;
- visibilidade dos componentes.

Os pontos mencionados acima são verdadeiramente importantes, devendo assim ser concretizados quanto possível, evitando deslocações, paragens da máquina por espera que determinado componente seja encomendado e enviado, tempo e esforço despendidos em alcançar determinado componente, etc. Desta forma, a Manutenção

deverá ter isto em conta, facilitando assim o cumprimento das ações de manutenção da forma mais eficiente possível. Como sabemos, a manutenção de stocks tem custos associados que devem ser eliminados, mas para os componentes mais críticos, tal esforço deve ser feito: por exemplo, determinados componentes do equipamento de medição Sikora deverá haver em stock, evitando tempos extensos de chegada desses mesmos componentes do fornecedor, tal como já foi verificado por várias vezes.

Como é possível visualizar pelos diagramas de blocos presentes na Figura 49, a fiabilidade do sistema, em ambas as linhas, atinge um valor inferior quando aumentamos o período em análise de 1 semana para 1 mês. O valor de fiabilidade do sistema/linha CV01 para 1 semana é de 46%, o que representa um valor baixo, e se aumentarmos o período de análise para 1 mês, o valor obtido é de 3%, dizendo-nos que há muita probabilidade de o sistema falhar nesse período, levando à paragem da linha. Em análise à linha CV02, os valores obtidos ainda são inferiores aos obtidos na linha CV01, mostrando uma fiabilidade inferior para esta linha. Estando os componentes em série, e apesar dos seus valores serem satisfatórios (superiores a 70% em ambas as linhas), o valor da fiabilidade do sistema é bastante inferior (40% para 1 semana e 2% para um mês), dado que está a medir a fiabilidade de todos os componentes cumprirem a sua função sem falharem, vistos como um sistema.

Podemos também referir a disponibilidade total da linha CV01 que atinge um valor de 99%, valor esse bastante satisfatório. Relativamente à manutenibilidade, o valor obtido é de cerca de 3%, valor esse influenciado pela presença de equipamentos com manutenibilidade reduzida. Por sua vez, os valores obtidos para a disponibilidade e manutenibilidade da linha CV02 são de 94% e de 11%, respetivamente. Tal como na CV01, a disponibilidade do sistema é bastante satisfatória, mas a manutenibilidade apresenta um valor reduzido, diretamente afetado pela manutenibilidade do equipamento de medição Sikora, que por dados históricos, é compreensível dado ser um equipamento que quando falha leva a longas horas de paragem, dado os seus componentes terem de ser encomendados na hora e aguardarem que cheguem para serem substituídos.

Desta forma, e dado que os equipamentos estão em série, é objetivo aumentar a fiabilidade dos mesmos, obtendo um valor superior para a fiabilidade do sistema/linha. Tal objetivo pode ser atingido com a realização de, por exemplo, manutenção preditiva. Para tal, a empresa poderá criar uma equipa que realize unicamente manutenção preditiva, havendo mais probabilidade de atingir o objetivo mencionado. Esta tipologia de manutenção representa uma estratégia de manutenção proativa, que tem como finalidade evitar avarias, e para tal, através de dados recolhidos e algoritmos preditivos pré-definidos, procura-se estimar quando uma avaria irá surgir, programando as manutenções a realizar tendo por base as previsões calculadas.

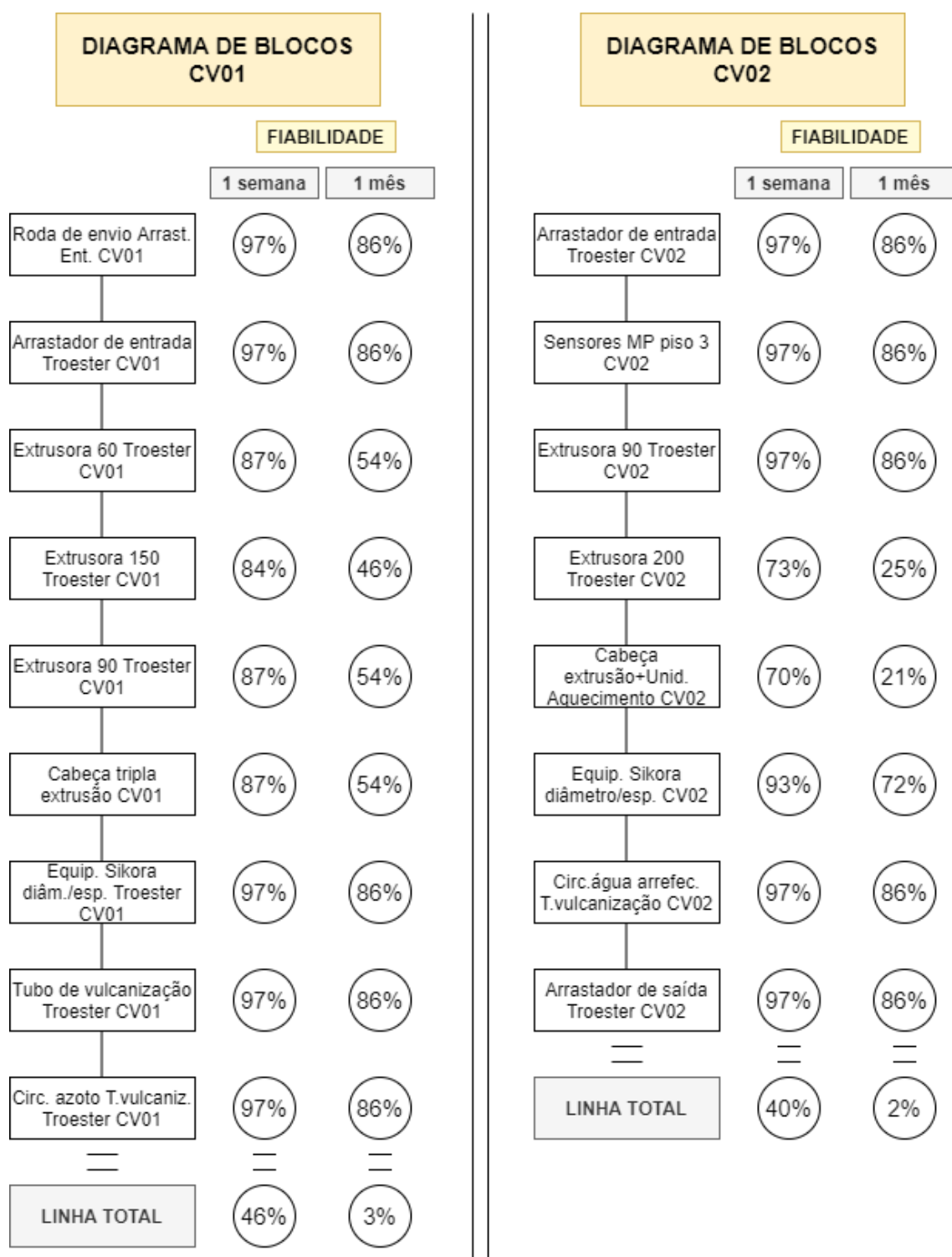


Figura 49 - Diagramas de Blocos para as duas linhas em análise

Dado que a constituição de uma equipa unicamente direcionada para realização de manutenção preditiva poderá não ser viável para a empresa de momento, podemos expor outra estratégia para aumentar a fiabilidade das linhas: realização de uma manutenção preventiva mais consistente e implementar a manutenção autónoma mais consistente. A implementação da manutenção autónoma é uma estratégia com boas valências e deve ser adotada, dado ser menos dispendiosa e utiliza e integra os

operadores da máquina. Desta forma, com a realização de manutenção autónoma, é objetivo aumentar a fiabilidade das linhas e a sua disponibilidade, evitando assim paragens bastante extensas para manutenção corretiva e aumentando paralelamente a vida útil dos variados componentes existentes, a conservação do equipamento e a deteção mais facilitada de determinados problemas/avarias.

Assim, tendo por base toda a análise realizada, e tendo em atenção especial os valores obtidos para os componentes gerais da linha, em conjunto com o departamento da Manutenção, foram identificadas todas as tarefas necessárias a serem realizadas numa perspetiva de manutenção autónoma, identificando desde logo a sua periodicidade e utensílios/equipamentos de apoio necessários à realização das mesmas. Para a identificação das tarefas, foram lidos manuais de fornecedores dos equipamentos, fichas técnicas e foi feito um levantamento das tarefas que podem ser feitas, para além das já identificadas, que podem evitar o surgimento de avarias iguais às quais já há registo de terem ocorrido.

Um ponto bastante importante aquando da implementação da manutenção autónoma diz respeito à periodicidade com que as tarefas são feitas. Para tal, através dos conhecimentos da equipa da Manutenção da empresa e pela leitura de todos os dados presentes nos manuais dos equipamentos das linhas, foram definidas as periodicidades com que devem ser feitas as diferentes tarefas. Após isso, e tendo como base a análise RAM realizada, os valores do MTBF foram confrontados com as periodicidades definidas. Como é sabido, o MTBF diz respeito ao tempo médio até um equipamento falhar, e para tal é objetivo evitar essa mesma falha. Posto isto, os valores de MTBF foram multiplicados por 70%, para assim diminuir a margem de risco associada ao surgimento da avaria. Dado que os valores definidos (relativos às periodicidades) pela recolha das informações nos manuais e junto da equipa de manutenção eram inferiores aos valores resultantes pela multiplicação do MTBF por 70%, foram mantidos os valores definidos inicialmente (resultantes dos manuais e conhecimentos da equipa de manutenção).

Com a identificação das tarefas a serem realizadas, foi feita uma rota passando por todos os equipamentos, realizando as tarefas e cronometrando tempos de realização dessas mesmas tarefas. Após isso foram criados os *standards* de Manutenção Autónoma.

Todas as informações recolhidas foram organizadas num ficheiro, e após isso foram criados cartões para afixação nas máquinas, em que cada cartão é direcionado para um ou dois equipamentos da linha. Nestes cartões são identificadas as tarefas a serem realizadas, em que estado de funcionamento da máquina são realizadas (máquina parada ou em funcionamento), periodicidade, tempos standard de realização, e para tarefas mais detalhadas, são identificados os pontos da máquina em que as mesmas são feitas.

Na Figura 50 pode ser visto um *standard* criado para os equipamentos desbobinador e distribuidor. No Apêndice 7 podem ser vistos os *standards* criados para os outros equipamentos, relativos à linha CV01.

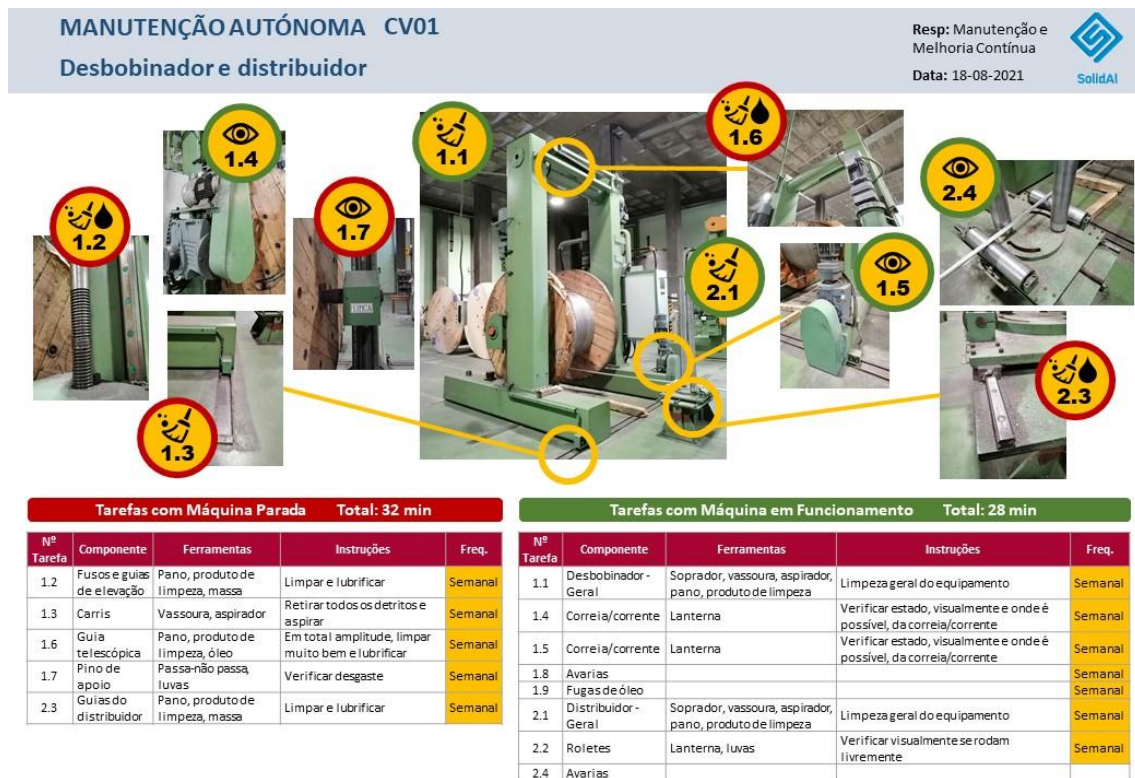


Figura 50 - *Standard* de Manutenção Autônoma para o desbobinador e distribuidor da linha CV01

Na Tabela 21 é possível observar os tempos associados a cada periodicidade e a cada estado de funcionamento da máquina. Na linha CV01 há a presença de dois bobinadores, bastante idênticos, em que a única diferença é a presença de uma plataforma de segurança no bobinador 2. Em estado de funcionamento da máquina, a mesma usa um bobinador de cada vez, sendo, portanto, identificados os estados da máquina “Em funcionamento (Bob. 1 parado)” e “Em funcionamento (Bob. 2 parado)”, dizendo respeito à manutenção que pode ser feita em funcionamento da linha, ao bobinador que não está a ser utilizado. A diferença temporal entre estas duas tipologias de estado da máquina deve-se à existência de uma limpeza da plataforma de segurança de 10 minutos no bobinador 2.

Tabela 21 - Tempos associados a cada periodicidade e cada estado de funcionamento da máquina para realização da Manutenção Autônoma

Periodicidades	Estado da máquina	Tempo total (min)	Tempo total (h)
Semanal	Em funcionamento	352	5,87
Semanal	Parada	161	2,68
Semanal	Em funcionamento (Bob.1 parado)	50	0,83
Semanal	Em funcionamento (Bob.2 parado)	60	1,00
Quinzenal	Em funcionamento	157	2,62
Quinzenal	Parada	20	0,33
Mensal	Parada	133	2,22
Mensal	Em funcionamento	85	1,42
Bimensal	Parada	10	0,17

Para uma melhor percepção da influência que a manutenção autónoma tem na paragem da máquina no desenrolar das semanas, foi criado um calendário a partir da semana 36 para o presente ano com o tempo total por semana necessário para realização da manutenção, sendo o mesmo mostrado na Tabela 22. Dado que aqui é necessário que a máquina esteja parada, foi definido que estas mesmas tarefas são feitas aquando do surgimento do primeiro *setup* que envolva limpeza da máquina que surgir na semana, dado o seu tempo de paragem, e permitir que certas tarefas sejam feitas mesmo enquanto o *setup* se desenrola.

Tabela 22 - Calendário de realização das diferentes tipologias de manutenção autónoma para o presente ano

Calendário						
Ano 2021	Tarefas c/máq parada					
Semana	Semanal	Quinzenal	Mensal	Bimensal	Total (h)	Tipologia Semana
36	2,7	0,3	2,2	0,2	5,40	Sem. + Quinz. + Mensal + Bimensal
37	2,7				2,68	Sem.
38	2,7	0,3			3,02	Sem. + Quinz.
39	2,7				2,68	Sem.
40	2,7	0,3	2,2		5,23	Sem. + Quinz. + Mensal

<b>41</b>	2,7				<b>2,68</b>	Sem.
<b>42</b>	2,7	0,3			<b>3,02</b>	Sem. + Quinz.
<b>43</b>	2,7				<b>2,68</b>	Sem.
<b>44</b>	2,7	0,3	2,2	0,2	<b>5,40</b>	Sem. + Quinz. + Mensal + Bimensal
<b>45</b>	2,7				<b>2,68</b>	Sem.
<b>46</b>	2,7	0,3			<b>3,02</b>	Sem. + Quinz.
<b>47</b>	2,7				<b>2,68</b>	Sem.
<b>48</b>	2,7	0,3	2,2		<b>5,23</b>	Sem. + Quinz. + Mensal
<b>49</b>	2,7				<b>2,68</b>	Sem.
<b>50</b>	2,7	0,3			<b>3,02</b>	Sem. + Quinz.
<b>51</b>	2,7				<b>2,68</b>	Sem.
<b>52</b>	2,7	0,3	2,2	0,2	<b>5,40</b>	Sem. + Quinz. + Mensal + Bimensal

De salientar que os tempos mencionados dizem respeito a um operador apenas. Quando as tarefas são realizadas em estado de funcionamento, as mesmas são realizadas apenas por uma pessoa, assegurando assim que o pessoal restante consegue manter a máquina em produção, tal como desejado. Aquando da realização das tarefas em estado de máquina parada, as mesmas podem ser realizadas por mais que um operador, reduzindo assim o tempo em que é necessário que a máquina esteja parada. Em termos aproximados, admitindo duas pessoas para realização de MA com máquina parada, no pior dos casos temos uma paragem da máquina necessária de aproximadamente 2.7 horas.

No sentido de assegurar que todas as tarefas definidas nos cartões de manutenção autónoma são realizadas, está em estudo pelo Departamento de Informática da empresa a criação de uma ligação no sistema presente no chão de fábrica, em que o Chefe de Turno (CT) em serviço durante a realização da Manutenção Autónoma (semanal, quinzenal, etc), ao passar na máquina, o sistema irá selecionar algumas tarefas da base de dados (com todas as tarefas existentes) de forma aleatória, e irá mostrar ao CT, para assim o mesmo ir aos pontos definidos nessas tarefas e fazer a verificação em como os operadores cumpriram essas tarefas definidas. Por exemplo, na realização da Manutenção Autónoma Semanal, o CT passa na máquina, e o sistema irá pedir que o mesmo verifique se o equipamento Sikora foi limpo, se o nível de óleo do bobinador foi revisto, etc. Após o mesmo verificar, saberá se os operadores cumpriram com as tarefas e assim detetar alguma falha/não realização de alguma

tarefa. Isto servirá para que os operadores realizem sempre as tarefas de forma exímia, não ultrapassando nenhum dos pontos definidos.

A Manutenção Autónoma encontra-se em implementação na linha CV01, sendo o passo seguinte a implementação na linha CV02, já com melhorias e soluções para possíveis anomalias encontradas no decorrer da implementação na linha CV01.

### 3.4 Análise de resultados

Como em todos os projetos realizados, a parte dos resultados é um dos pontos mais importantes, dado que, é nesse mesmo ponto em que são analisadas se as melhorias implementadas para anular ou diminuir os efeitos dos problemas, surtiram efeito. Tendo as propostas de melhoria sido expostas nos subcapítulos anteriores, é realizada neste capítulo uma análise dos resultados que se obtiveram segundo as mesmas, com o principal objetivo de entender os impactos quantitativos e qualitativos na empresa.

Todo este projeto teve uma grande incidência na área da produção: organização e limpeza do espaço de trabalho, tempos de *setup*, número de *setups* realizados e tempos de paragem para manutenção.

Na Tabela 23 são identificadas as propostas de melhoria implementadas e os ganhos qualitativos e quantitativos obtidos com as mesmas.

Tabela 23 - Análise dos resultados obtidos com as melhorias implementadas

Proposta de melhoria implementada	Ganhos qualitativos	Ganhos Quantitativos
Implementação dos 5S	Espaço de trabalho organizado, limpo e seguro. Operadores com facilidade em identificar ferramentas, componentes e bobinas necessárias à produção.	Redução de 70% no tempo necessário na identificação da bobina de reboque a usar; Redução de aproximadamente 71% na identificação do bipartido e borracha de vedação a usar na linha CV01.; Espera-se um cumprimento da Auditoria 6S de 85%.
Implementação da metodologia SMED	<i>Setups</i> com menor duração; Tarefas realizadas de forma externa ao <i>setup</i> ; Carga de trabalho por operador diminuída; Maior produtividade das linhas; Maiores competências dos operadores.	CV01: redução média do tempo previsto dos <i>standards</i> igual a 39%; para as tipologias de <i>setup</i> possíveis, redução máxima do tempo previsto dos mesmos de 57% e mínimo de 14%; para alguns <i>setups</i> , redução superior a 8 horas, no tempo previsto dos mesmos.

		CV02: redução média do tempo previsto dos <i>standards</i> igual a 28%; para as tipologias de <i>setup</i> possíveis, redução máxima do tempo previsto dos mesmos de 43% e mínimo de 14%; para alguns <i>setups</i> , redução superior a 5 horas, no tempo previsto.
Construção de OPL's	Padronização do correto procedimento de realização de várias tarefas.	N.d.
Construção de matriz de setups	Planeamento da Produção está agora munido de uma ferramenta de apoio ao planeamento das produções, com vista à redução da necessidade de setups ou dos seus tempos associados.	N.d.
Desenfiar o comprimento de cabo de sucata diretamente para uma bobina	Trabalho mais seguro e fácil de realizar; Velocidade atingida pela linha é superior.	Redução média de 100 minutos por cada <i>setup</i> que exija esta tarefa.
Análise do investimento de um novo sistema de vedação para a linha CV01	Sistema de vedação analisado não leva à necessidade de troca de vedações ou paragem da máquina para esta tarefa; Gastos relativos às borrachas de vedação e bipartidos seriam anulados; Sujidade na zona da vedação seria anulada, dado não ser necessário abrir o tubo para troca dos componentes de vedação.	Todos os <i>setups</i> que até então tinham presente a tarefa de troca dos componentes de vedação, o tempo de realização desta tarefa seria anulado – para o ano de 2020 isto corresponde a um ganho de 207,5 horas.
Levantamento da necessidade de ferramentas para a cabeça secundária da linha CV01	Redução da necessidade de troca de cabeça; Não há constrangimentos se as duas linhas estiverem a produzir a mesma tipologia de cabo.	Ganho de 1 hora por cada setup em que os diâmetros finais de cabo estão compreendidos entre 50mm <sup>2</sup> e 2800mm <sup>2</sup> (em implementação)

Monitorização e Gestão Visual	Melhor acompanhamento das linhas de produção estudadas.	N.d.
Implementação da Manutenção Autónoma	Melhor acompanhamento do estado da linha e seus componentes; Componentes limpos e cuidados; Maior <i>know-how</i> por parte dos operadores; Identificação de problemas antes dos mesmos se tornarem falhas dos componentes.	N.d.

Com a realização de monitorização e com a atualização semanal do 5W2H de acompanhamento do projeto, foi possível acompanhar as linhas, realizar análises, implementar melhorias, criação de ferramentas, entre outros, que permitiram ganhos em vários sentidos (espaço, euros, produtividade das linhas, redução de tempos de *setup*).

A título conclusivo desta análise de resultados, nas Tabelas 24 e 25 são mostrados para a linha CV01 e linha CV02, respetivamente, a comparação entre o ano de 2020, e o ano de 2021 (até agosto), no que diz respeito ao OEE, ao tempo médio por *setup* registado e à aderência aos *standards*.

Tabela 24 - Quadro resumo dos resultados obtidos – CV01

Ano	OEE	Tempo médio por <i>setup</i>	Aderência aos standards
2020	56%	13,6 horas	39%
2021	61%	6 horas	68%

Tabela 25 - Quadro resumo dos resultados obtidos - CV02

Ano	OEE	Tempo médio por <i>setup</i>	Aderência aos standards
2020	50%	7,7 horas	51%
2021	65%	4 horas	65%

Dado que uma grande parte deste projeto é referente à implementação da metodologia SMED e a mesma leva a uma redução dos tempos de *setup*, nas Figuras 47 e 48 podem ser observados os dados relativos ao tempo médio de *setup* e o número de *setups* realizados desde o início do ano de 2020 até ao mês de agosto do

ano de 2021, tendo em atenção que a implementação dos novos *standards* teve início no mês de março do ano de 2021. É possível visualizar uma tendência no sentido negativo do tempo médio por *setup*, tal como era desejável. O número de *setups* é elevado em alguns dos meses pós-implementação de melhorias, e tal deve-se à produção de comprimentos curtos, fruto de encomendas pequenas por parte dos fornecedores, levando à necessidade de mais mudanças de fabrico entre as mesmas. O aumento do OEE registado em ambas as máquinas mostra um caminho bastante agradável, que deverá ser mantido e melhorado a longo prazo.

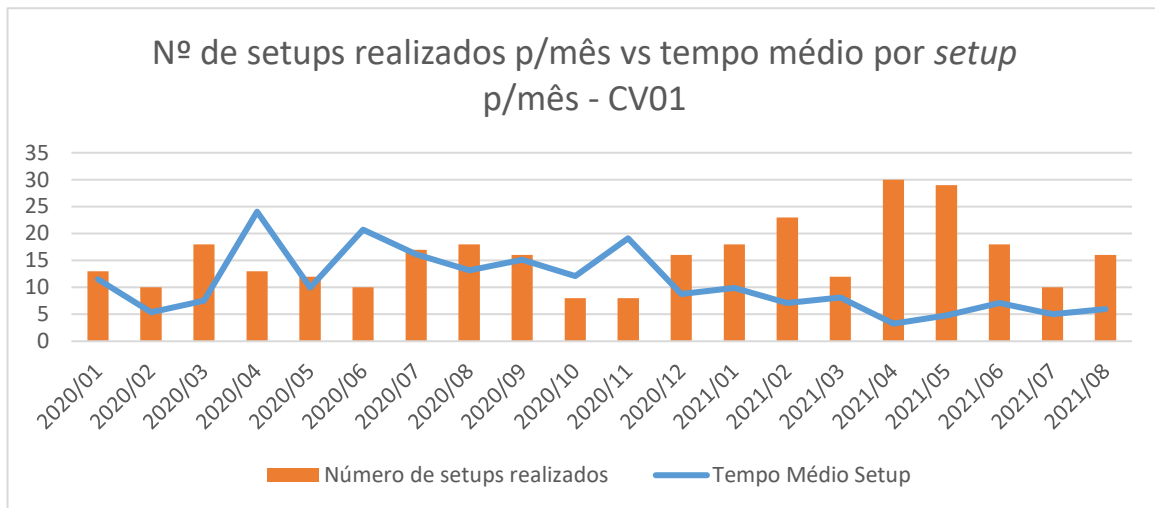


Figura 51 - Evolução do Nº de setups realizados vs tempo médio por *setup* dos mesmos - CV01

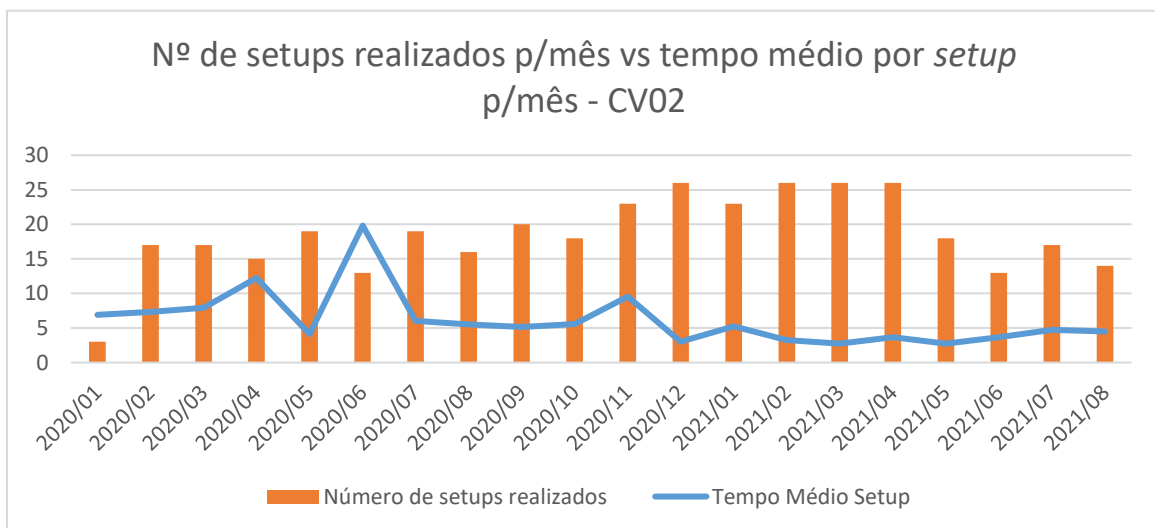


Figura 52 - Evolução do Nº de setups realizados vs tempo médio por *setup* dos mesmos - CV02

Como é possível observar, os resultados são bastante satisfatórios e mostram o início de um novo caminho de melhoria contínua nas duas linhas em análise. Cabe a todos os envolvidos continuar com a obtenção destes resultados, salientando que estes resultados são possíveis desde que haja esforço de todas as partes.

# 4. CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões

4.2 Valor acrescentado para a empresa

4.3 Proposta de trabalhos futuros



## 4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo final, que diz respeito às conclusões de todo o trabalho desenvolvido, o mesmo será lembrado de forma resumida, mostrando os ganhos obtidos e o estado de implementação de cada uma das propostas de melhoria identificadas. Por fim, o valor acrescentado que todo o projeto trouxe à empresa é mostrado e finaliza-se com uma proposta de trabalhos futuros.

### 4.1 Conclusões

Atualmente, as empresas devem não só ter um correto conhecimento da competitividade que as rodeia, mas também do estado do próprio mercado global. Isto permite às mesmas prepararem-se e posicionarem-se de forma competitiva, atendendo aos pedidos dos seus clientes de forma responsável, com qualidade e a preços competitivos. Com a crescente personalização dos produtos e exigências dos próprios clientes, cabe às empresas fazer uma correta alocação dos seus recursos, e assim permitir uma flexibilidade dos operacionais para a realização de rápidas mudanças de fabrico.

O projeto realizado na empresa Solidal, descrito no decorrer do presente relatório, teve como âmbito a dissertação de finalização do Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial e teve como principal objetivo a análise e melhoria do processo de produção de cabos elétricos. Para tal, recorreu-se principalmente a ferramentas, metodologias e princípios da produção *Lean*, tais como os 5S e a metodologia SMED, dado que permitem melhorias notórias no espaço de trabalho, a redução dos tempos de *setup* e paralelamente um aumento da produtividade da empresa. O projeto incidiu em duas linhas de extrusão, denominadas de CV01 e CV02 – linhas de extrusão catenárias, onde pela análise inicial ficaram salientes 3 grandes pontos: desorganização, tempos de *setup* e de manutenção registados no ano de 2020 elevados.

Com a capacidade de melhorias que as duas linhas apresentaram, foi possível implementar variadas propostas de melhoria, levando a ganhos significativos. As melhorias implementadas foram, portanto:

- Implementação dos 5S;
- Implementação da metodologia SMED;
- Realização de análise RAM e posteriormente implementação de Manutenção Autónoma;

- Levantamento da necessidade de ferramentas para a cabeça secundária da linha CV01;
- Monitorização e Gestão Visual;
- Análise do investimento de um novo sistema de vedação para a linha CV01;
- Construção de OPL's;
- Construção de matriz de *setups*.

Apesar de grande parte das melhorias ter sido implementada de forma completa, outras não verificaram o mesmo estado, sendo mostrado na Tabela 26 o estado de implementação de todas as propostas identificadas anteriormente.

Tabela 26 - Estado de implementação das propostas de melhoria implementadas

Proposta de melhoria implementada	Estado de implementação
Implementação dos 5S	Implementação realizada com sucesso, sendo a mesma cumprida pelos operadores, verificando-se uma melhor organização e identificação dos componentes e manutenção do espaço de trabalho limpo.
Implementação da metodologia SMED	Metodologia implementada de forma completa, mostrando ganhos salientes nos variados <i>setups</i> realizados. Para a linha CV01 atingiu-se uma redução média de 39% e para a linha CV02 atingiu-se 28% no que diz respeito à redução dos tempos previstos para os <i>standards</i> dos diferentes <i>setups</i> . O OEE e a aderência aos <i>standards</i> aumentaram comparativamente ao ano de 2020 e o tempo médio por <i>setup</i> registado diminuiu. Esta proposta diz respeito a um dos principais ganhos de todo o projeto, reduzindo bastante o tempo de paragem das máquinas.
Construção de OPL's	OPL's necessárias construídas e a serem cumpridas pelos diferentes turnos, estando, portanto, implementada de forma completa.
Construção de matriz de <i>setups</i>	Matriz construída de forma completa, com capacidade de resposta para o que é necessário, estando, portanto, implementada na totalidade e em utilização.
Desenfiar o comprimento de cabo de sucata diretamente para uma bobina	Implementado e realizado da forma proposta sempre que necessário realizar a tarefa de desenfiar a linha.

Levantamento da necessidade de ferramentas para a cabeça secundária da linha CV01	Levantamento a ser realizado pelo Engenheiro de Processo da empresa, para a posterior compra das variadas ferramentas. Sendo assim, esta proposta não se apresenta concluída de momento.  Quando concluída, irá permitir o ganho de 1 hora por <i>setup</i> que até então era necessária para troca de cabeça.
Análise do investimento de um novo sistema de vedação para a linha CV01	Análise realizada mostra ganhos representativos. Será realizada uma reunião com a empresa fabricante do equipamento, e posterior a isso caberá à empresa decidir a compra ou não do equipamento.
Monitorização e Gestão Visual	Implementação concluída, havendo uma monitorização diária das duas linhas.
Realização de análise RAM e posteriormente implementação de Manutenção Autónoma	Implementação a ser realizada na linha CV01, tentando identificar possíveis falhas/anomalias para serem corrigidas e após isso proceder-se para a implementação na linha CV02, linha essa bastante idêntica. Espera-se que a longo prazo a mesma traga melhorias significativas, tendo especial atenção para identificação atempada de falhas e a durabilidade dos equipamentos.

Convém salientar aqui, aquele que foi um dos pontos mais importantes para que isto tudo fosse possível: a comunicação com os operadores presentes nas linhas de produção, recolhendo informações dos mesmos e mostrando-lhes os ganhos passíveis de serem atingidos com o esforço de todos.

Fica demonstrado aqui, mesmo ainda numa fase precoce de observação de resultados, que a aplicação de ferramentas *Lean* e da metodologia SMED permitem alcançar resultados bastante satisfatórios, aumentar a produtividade e reduzir os tempos de inatividade das linhas de produção para realização de mudanças de fabrico.

## 4.2 Valor acrescentado para a empresa

Excetuando o possível investimento num sistema de vedação novo e o investimento em ferramentas de extrusão para a cabeça com maior capacidade da linha CV01, as restantes melhorias não têm gastos associados elevados, e foram ainda assim atingir ganhos bastante satisfatórios, tais como uma melhor organização dos espaços de trabalho, redução do tempo de *setups*, entre outros.

Desta forma, fica evidente que o projeto realizado na empresa trouxe valor acrescentado à mesma. Ganhos quantitativos foram possíveis de atingir, mas também

ganhos qualitativos, que por vezes não são analisados, como por exemplo a mudança dos hábitos, a oferta de melhores condições de trabalho aos operadores e os mesmos terem a noção que são ouvidos, ou seja, têm voz perante as melhorias a implementar.

### 4.3 Proposta de trabalhos futuros

Com a realização de todo o projeto que foi mostrado anteriormente foi possível obter resultados bastante satisfatórios logo nos primeiros tempos de análise pós-melhorias. Ainda assim, há certos pontos que podem e devem ser melhorados e outros que devem ser finalizados.

Tendo o projeto se direcionado para a aplicação prática de ferramentas *Lean* e da metodologia SMED e sendo estas bases da melhoria contínua, a sua aplicação não está finalizada após a primeira aplicação. É necessário um foco na melhoria contínua de todo o processo, não deixando cair em desuso as melhorias implementadas.

Tendo já em mente a necessidade da continuidade do trabalho realizado neste projeto, propõem-se as seguintes melhorias e trabalhos futuros:

- Acompanhamento e atualização do plano de ações respeitante às duas linhas analisadas;
- Implementação da Manutenção Autónoma na linha CV02;
- Apostar na instrução dos operadores em todas as tarefas possíveis de serem realizadas, munindo os mesmos de capacidade de resposta superior para as diferentes tarefas;
- Realizar uma análise ao espaço de armazenamento de matérias-primas abertas, verificando se o mesmo pode ser melhorado;
- Construção de uma ferramenta que, com base na matriz de *setups* construída, encontre o seguimento de produção ótimo, que minimize o somatório dos tempos previstos dos *setups* a serem realizados entre as produções;
- Realização de reuniões semestrais para verificação e análise dos ganhos resultantes das melhorias implementadas.

Por fim, e dado que ficaram perceptíveis os ganhos atingidos com o projeto, é proposto à empresa passagem deste tipo de projeto para as restantes linhas da empresa, permitindo atingir ganhos, e levando a empresa a um patamar mais competitivo, com uma capacidade de resposta superior.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of production economics*, 107(1), 223-236.
- Ahmad, R., & Soberi, M. S. F. (2018). Changeover process improvement based on modified SMED method and other process improvement tools application: an improvement project of 5-axis CNC machine operation in advanced composite manufacturing industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(1), 433-450.
- Al Smadi, S. (2009). Kaizen strategy and the drive for competitiveness: challenges and opportunities. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 19, 203-211.
- Ani Che, M. N., & Bin Shafei, M. S. S. (2014). The effectiveness of the single minute exchange of die (SMED) technique for the productivity improvement. *Applied mechanics and materials* (Vol. 465, pp. 1144-1148). Trans Tech Publications Ltd.
- Azevedo, J., Sá, J., Ferreira, L. P., Santos, G., Cruz, F., Jimenez, G., & Silva, F. (2019). Improvement of production line in the automotive industry through lean philosophy. *Procedia Manufacturing*, 41, 1023-1030.
- Barberá, L., Crespo, A., Viveros, P., & Kristjanpoller, F. (2012). RAM analysis of mining process: a case study of a Copper Smelting Process in the field of mining, Chile. *IFAC Proceedings Volumes*, 45(31), 217-222.
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34, 876-940.
- Borad, T., & Patel, S. (2019). A study of 'Kaizen' Practice in MSME. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 6, 517-524.
- Boran, S., & Ekincioglu, C. (2017). A novel integrated SMED approach for reducing setup time. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(9-12), 3941-3951.
- Borges Lopes, R., Freitas, F., & Sousa, I. (2015). Application of lean manufacturing tools in the food and beverage industries. *Journal of technology management & innovation*, 10(3), 120-130.
- Braglia, M., Frosolini, M., & Gallo, M. (2017). SMED enhanced with 5-Whys Analysis to improve set-up-reduction programs: the SWAN approach. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(5-8), 1845-1855.
- Brito, M., Vale, M., Leão, J., Ferreira, L., Silva, F., & Gonçalves, M. (2020). Lean and Ergonomics decision support tool assessment in a plastic packaging company. *Procedia Manufacturing*, 51, 613-619.
- Costa, C., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. (2018). Implementation of 5S Methodology in a metalworking company. *DAAAM International Scientific Book*, 17, 001-012.
- Costa, E. S. M. d., Sousa, R. M., Bragança, S., & Alves, A. C. (2013). An industrial application of the SMED methodology and other Lean production tools.
- Das, B., Venkatadri, U., & Pandey, P. (2014). Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71(1-4), 307-323.
- Dillon, A. P., & Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. CRC Press. ISBN 9780915299034
- Ferradás, P. G., & Salonitis, K. (2013). Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells. *Procedia CIRP*, 7, 598-603.

- French, S. (2009). Action research for practising managers. *Journal of Management Development*, 28, 187-204.
- Guariente, P., Antonioli, I., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Silva, F. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia Manufacturing*, 13, 1128-1134.
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2014). The 5S and kaizen concept for overall improvement of the organisation: a case study. *International Journal of Lean Enterprise Research*, 1(1), 22-40.
- Mohammadi, M., Rai, P., & Gupta, S. (2016). Improving productivity of dragline through enhancement of reliability, inherent availability and maintainability. *Acta Montanistica Slovaca*, 21(1), 1-8.
- Halim, N. H. A., Jaffar, A., Noriah, Y., & Naufal, A. A. (2013). Case study: the methodology of Lean manufacturing implementation. *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 393, pp. 3-8). Trans Tech Publications Ltd.
- Herrmann, C., Thiede, S., Stehr, J., & Bergmann, L. (2008). An environmental perspective on Lean Production. In *Manufacturing systems and technologies for the new frontier* (pp. 83-88). Springer.
- Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2011). *Staying Lean: thriving, not just surviving*. CRC press. ISBN 9781439826171
- Hirano, H., & Talbot, B. (1995). *5 pillars of the visual workplace: The sourcebook for 5S implementation*. Productivity Pr. ISBN 9781563270475
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A commonsense approach to a continuous improvement strategy*. E-Mc Graw Hill. ISBN 978007179035
- Jagtap, H. P., Bewoor, A. K., Kumar, R., Ahmadi, M. H., Assad, M. E. H., & Sharifpur, M. (2021). RAM analysis and availability optimization of thermal power plant water circulation system using PSO. *Energy Reports*, 7, 1133-1153.
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & del Mar Espinosa, M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety science*, 78, 163-172.
- Joshi, R. R., & Naik, G. (2012a). Application of SMED Methodology - a case study in small scale industry. *International journal of scientific and research publications*, 2(8), 1-4.
- Joshi, R. R., & Naik, G. (2012b). Reduction in setup time by SMED a literature review. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 2(1), 442-444.
- Kester, J., Stranski, M., Johnson, T., Knight, T., Ruder, D., Guan, X., & Aft, L. (2013). A lean look at ergonomics. *Industrial engineer*, 45(3), 28-32.
- Kumar, S., & Singh, R. (2020). Rank order clustering and imperialist competitive optimization based cost and RAM analysis on different industrial sectors. *Journal of Manufacturing Systems*, 56, 514-524.
- Lopes, R., Teixeira, L., & Ferreira, C. (2019). Chapter 1: Lean thinking across the company: successful cases in the manufacturing industry. in: *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*, F. J. G. Silva, Luís Pinto Ferreira (Eds.), Nova Science Publisher, NY, U.S.A., 2019. ISBN: 978-1-53615-725-3.
- Martins, M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F., & Matias, J. C. (2018). A practical study of the application of SMED to electron-beam machining in automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 647-654.
- McIntosh, R., Culley, S., Mileham, A. R., & Owen, G. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. *International journal of production research*, 38(11), 2377-2395.
- McIntosh, R., Owen, G., Culley, S., & Mileham, T. (2007). Changeover improvement: reinterpreting Shingo's "SMED" methodology. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 54(1), 98-111.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical engineering research and design*, 83(6), 662-673.

- Michalska, J., & Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organization. *Journal of achievements in materials and manufacturing engineering*, 24(2), 211-214.
- Mílkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization—one of the tools of continuous improvement. *Procedia Engineering*, 149, 329-332.
- Molenda, M. (2016). The Autonomous Maintenance implementation directory as a step toward the intelligent quality management system. *Management Systems in Production Engineering*. 24(4):274-279
- Monden, Y. (2011). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. CRC Press. ISBN 9781439820971
- Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Sá, J. C., Ribeiro, M., & Silva, F. (2019). Improving the Machining Process of the Metalworking Industry Using the Lean Tool SMED. *Procedia Manufacturing*, 41, 555-562.
- Mostafa, S., Lee, S.-H., Dumrak, J., Chileshe, N., & Soltan, H. (2015). Lean thinking for a maintenance process. *Production & Manufacturing Research*, 3(1), 236-272.
- Mourato, J., Pinto Ferreira, L., Sá, J.C., Silva, F.J.G., Dieguez, T. and Tjahjono, B. (2020), "Improving internal logistics of a bus manufacturing using the lean techniques", *International Journal of Productivity and Performance Management*, <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2020-0327>.
- Murugaiah, U., Benjamin, S. J., Marathamuthu, M. S., & Muthaiyah, S. (2010). Scrap loss reduction using the 5-whys analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 27, 527-540
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: total productive maintenance.(Translation). *Productivity Press, Inc., 1988*, 129. ISBN 0915299232 9780915299232
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press. ISBN 9780915299140
- Oliveira, B., Alves, A., Carneiro, P., & Ferreira, A. (2018). Lean Production and Ergonomics: a synergy to improve productivity and working conditions. *International Journal of Occupational and Environmental Safety*, 2(2), 1-11.
- Oliveira, J. P. (2015). *Otimização das receções e fluxos de mercadorias no complexo da Portucel Setúbal*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. IPS - Instituto Politécnico de Setúbal. <http://hdl.handle.net/10400.26/11061>
- Ortiz, C. (2010). Kaizen vs. Lean: Distinct but related. *Metal Finishing*, 1(108), 50-51.
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen assembly: designing, constructing, and managing a lean assembly line*. CRC Press. ISBN 9780849371875
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International journal of production research*, 41(13), 3075-3090.
- Pinto, J. (2014). Introdução ao pensamento Lean-A filosofia das organizações vencedoras. *Lisboa: Lidel Edições Técnicas Lda*. ISBN 9789897520327
- Poór, P., Kamaryt, T., & Simon, M. (2015). Introducing autonomous maintenance by implementing OTH hybrid positions and TPM methods in metallurgical company. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(3), 817-824.
- Ribeiro, P., Sá, J., Ferreira, L., Silva, F., Pereira, M., & Santos, G. (2019). The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765-775.
- Rodrigues, J., Sá, J. C. V. d., Ferreira, L. P., Silva, F., & Santos, G. (2019). Lean management "quick-wins": Results of implementation. A case study. *Quality Innovation Prosperity*, 23(3), 3.
- Roriz, C., Nunes, E., & Sousa, S. (2017). Application of lean production principles and tools for quality improvement of production processes in a carton company. *Procedia Manufacturing*, 11, 1069-1076.
- Rosa, C., Silva, F., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1034-1042.

- Rosimah, S., Sudirman, I., Siswanto, J., & Sunaryo, I. (2015). An autonomous maintenance team in ICT network system of indonesia telecom company. *Procedia Manufacturing*, 2, 505-511.
- Santos, R., Sassi, A., Sá, B., Miguez, S., & Pardaul, A. (2012). Ergonomics Program Management in Tucuruí Hydropower Plant using TPM Methodology. *Work*, 41(Supplement 1), 2822-2830.
- Sari, A. D., Rahmillah, F. I., & Aji, B. P. (2017). Implementation of 5S method for ergonomic laboratory. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 215, No. 1, p. 012032). IOP Publishing.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students*. Pearson education. ISBN 9781292016627
- Sharma, S., & Kumar, D. (2010). RAM analysis of repairable industrial systems utilizing uncertain data. *Applied Soft Computing*, 10(4), 1208-1221.
- Shingo, S. (2000). *Sistema de troca rápida de ferramenta*. Bookman. ISBN 9788573075281
- Silva, A., Sá, J., Santos, G., Silva, F., Ferreira, L., & Pereira, M. (2020). Implementation of SMED in a cutting line. *Procedia Manufacturing*, 51, 1355-1362.
- Sousa, E., Silva, F., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, 17, 611-622.
- Suhardi, B., Sahadewo, A., & Laksono, P. W. (2015). The Development and Implementation Lean Manufacturing in Indonesian Furniture Industry. *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 815, pp. 258-263). Trans Tech Publications Ltd.
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: a literature synthesis. *Journal of manufacturing technology management*. 27. 766-769
- Thakur, A. (2016). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques: A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *REST Journal on Emerging trends in Modelling and Manufacturing*, 2, 62-72.
- Titu, M. A., Oprean, C., & Grecu, D. (2010). Applying the Kaizen method and the 5S technique in the activity of post-sale services in the knowledge-based organization. *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists*. (Vol. 3, pp. 17-19).
- Ulutas, B. (2011). An application of SMED Methodology. *World academy of science, engineering and technology*, 79, 101.
- Van Goubergen, D., & Lockhart, T. E. (2005). Human factors aspects in set-up time reduction. In *Integrating Human Aspects in Production Management* (pp. 127-135). Springer.
- Van Goubergen, D., & Van Landeghem, H. (2002). Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. *Robotics and computer-integrated manufacturing*, 18(3-4), 205-214.
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900-905.
- Vieira, A., Silva, F., Campilho, R., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Pereira, T. (2020). SMED methodology applied to the deep drawing process in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 51, 1416-1422.
- Vieira, T., Sá, J. C., Lopes, M., Santos, G., Félix, M., Ferreira, L. P., Silva, F., & Pereira, M. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing*, 38, 892-899.
- Wilson, L. (2010). *How to implement lean manufacturing*. McGraw-Hill Education. ISBN 978-0071625074
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148-1148.

# APÊNDICES

Apêndice 1 - Template Auditoria 6S

Apêndice 2 - Template de acompanhamento de *setups*

Apêndice 3 - Acompanhamentos de *setups* realizados

Apêndice 4 - Plano de ações (5W2H)

Apêndice 5 - Gantt das tipologias de *setup* existentes


Apêndice 6 - *Template* de Acompanhamento de *setups* - Coordenadores

Apêndice 7 - Cartões de Manutenção Autônoma



APÊNDICES

APÊNDICE 1 – *Template Auditoria 6S*

		 <b>SolidAI</b> <small>CONSULTORIA TÉCNICA, S.A.</small>		<b>Auditoria 6S</b>		
Auditor:		Data:		Máquina / Turno : LE03 /		
Sensos	Critério	Pontuação			Observações	
		0	3	5		
1ºS Senso de Organização	Na mesa do operador... ... existem apenas os itens necessários para a execução das tarefas na produção atual ou na seguinte? ... existe apenas informação necessária (fichas de fabrico, OPL's, etc)?					
	Nas bancadas de trabalho... ... existem apenas os itens necessários para a execução das tarefas na produção atual ou na seguinte? ... existe apenas informação necessária (fichas de fabrico, OPL's, etc)?					
	As matérias primas estão devidamente identificadas?					
	Os caixotes das zonas de residuos têm identificações claras?					
	Os armarios (para fleiras, tacos de marcação, points, dies, etc) estão devidamente identificados?					
	Existem placas de identificação nas áreas de armazenamento intermédio (matérias primas, bobine, etc)?					
	<b>TOTAL 1º S:</b>		___/40			
	2ºS Senso de Arrumação	Na área de trabalho... ... não existem objetos fora do local destinado (chão, corredores, ao lado da mesa, etc)? ... existem marcações (chão, zonas proibidas, caminhos, etc) bem definidas?				
Os tacos de marcação estão na ordem devida?						
Os consumíveis estão na ordem devida?						
A cabeça de extrusão secundária está devidamente organizada no local definido?						
Os equipamentos/utensílios de limpeza não utilizados estão guardados no local adequado?						
Não há mochilas e objetos pessoais fora dos locais adequados para tal?						
Os points e dies estão armazenados no seu local devido?						
As ferramentas estão no local devido na bancada de trabalho?						
<b>TOTAL 2º S:</b>		___/45				
3ºS Senso de Limpeza	Está limpo(a)... ... a área de trabalho?					
	... os equipamentos?					
	... os armarios e as bancadas?					
	... a plataforma dos silos de MP?					
	... a zona dos desbobinadores?					
	... a zona dos bobinadores?					
	O chão por baixo da caleira encontra-se seco?					
	Existe local adequado para o armazenamento de equipamentos/utensílios de limpeza?					
Estão disponíveis no posto de trabalho todos os materiais de limpeza?						
Existe luz suficiente em todas as areas de trabalho?						
<b>TOTAL 3º S:</b>		___/50				

4º S Senso de Normalização	Existem standards de limpeza atualizados para todos os componentes/equipamentos?				
	<b>TOTAL 4º S:</b>	<b>___/5</b>			
5º S Senso de Autodisciplina	Os registos de limpeza/manutenção autónoma estão atualizados e a ser cumpridos?				
	Os pedidos em sistema estão atualizados relativamente a pontos de segurança?				
	Os KPI's e OPLs estão atualizados nos quadros de informação?				
	<b>TOTAL 5º S:</b>	<b>___/15</b>			
6º S Segurança	Os extintores e outros equipamentos de combate a incêndio estão desobstruídos e em boas condições?				
	As bobines de alimentação em espera estão travadas com cunhas?				
	Tudo o que está organizado em armários e bancadas é de acesso fácil e ergonómico?				
	<b>TOTAL 6º S:</b>	<b>___/15</b>			
		<b>___/170</b>			



## APÊNDICE 3 – Acompanhamento de setups realizados



### ACOMPANHAMENTO DE SETUP

Data: 06/01/2021	Máquina: CV01	Assinatura: Pedro Brás
Tipologia de setup: Troca de ferramentas		

Duração (min)	Tarefa
20	Arrefecer tubo de azoto
2	Abrir o tubo
3	Limpar excesso de material após a cabeça de extrusão
2	Cortar o cabo pós-cabeça
27	Trocar as ferramentas e limpar zona interior da cabeça
10	Preparar a ponta do cabo do fabrico finalizado
4	Preparar a ponta do fabrico seguinte
2	Colocar o terminal
2	Cravar o terminal
13	Colocar a extrudir material, com a máquina aberta (extrudir o material que ficou dentro das extrusoras enquanto a máquina esteve parada a trocar as ferramentas)
3	Colocar as especificações na máquina
4	Fechar o tubo da catenária
6	Arrancar com a máquina

### ACOMPANHAMENTO DE SETUP

Data: 15/01/2021	Máquina: CV02	Assinatura: Pedro Brás
Tipologia de setup: Troca de ferramentas + vedações		

Duração (min)	Tarefa
23	Arrefecer tubo de azoto
2	Abrir o tubo
6	Limpar excesso de material extrudido junto à cabeça de extrusão
2	Cortar o cabo
22	Trocar as ferramentas e limpar interior da cabeça
7	Preparar a ponta do cabo do fabrico finalizado
5	Preparar a ponta do cabo do fabrico seguinte
2	Colocar o terminal
2	Cravar o terminal
29	Colocar a extrudir material, com a máquina aberta (extrudir o material que ficou dentro das extrusoras enquanto a máquina esteve parada a trocar as ferramentas) + trocar as vedações (borrachas de vedação + bipartidos)*
4	Colocar as especificações na máquina
4	Fechar o tubo da catenária
6	Arrancar com a máquina



## ACOMPANHAMENTO DE SETUP

Data: 3/2/2021	Máquina: CV01	Assinatura: Pedro Brás
Tipologia de setup: Limpeza da máquina + troca de MP		

Duração (min)	Tarefa
32	Paragem da máquina e arrefecimento do tubo
5	Abertura do tubo
56	Colocação de material de purga e realização da mesma
41	Limpeza da extrusora semi condutor interior
15	Paragem para conversar com o chefe de turno
48	Limpeza da extrusora semi condutor exterior
3	Colocar a purgar de novo extrusora de isolamento
30	Paragem para lanchar
19	Retirar ferramentas de extrusão do interior da cabeça
63	Limpeza da cabeça de extrusão
14	Limpeza do chão
82	Realização da troca de cabeça de extrusão
12	Limpeza da cabeça de extrusão colocada
86	Limpeza da extrusora de isolamento
6	Colocação da cabeça na posição de funcionamento
23	Ligação das mangueiras e das sondas às extrusoras e à cabeça de extrusão
2	Colocação da máquina a aquecer
201	Retirar material em excesso do interior dos silos + levar caixote de MP para o piso 3 + levar caixotes do fabrico anterior para o piso 0 + carregar os silos com novos materiais
35	Substituição das vedações
19	Preparação da ponta da bobina de alimentação
23	Aguardar que a máquina aqueça
12	Colocar terminal e colocar a purgar um pouco
17	Fecho do tubo + arranque da linha

## APÊNDICE 4 – Plano de ações (5W2H)

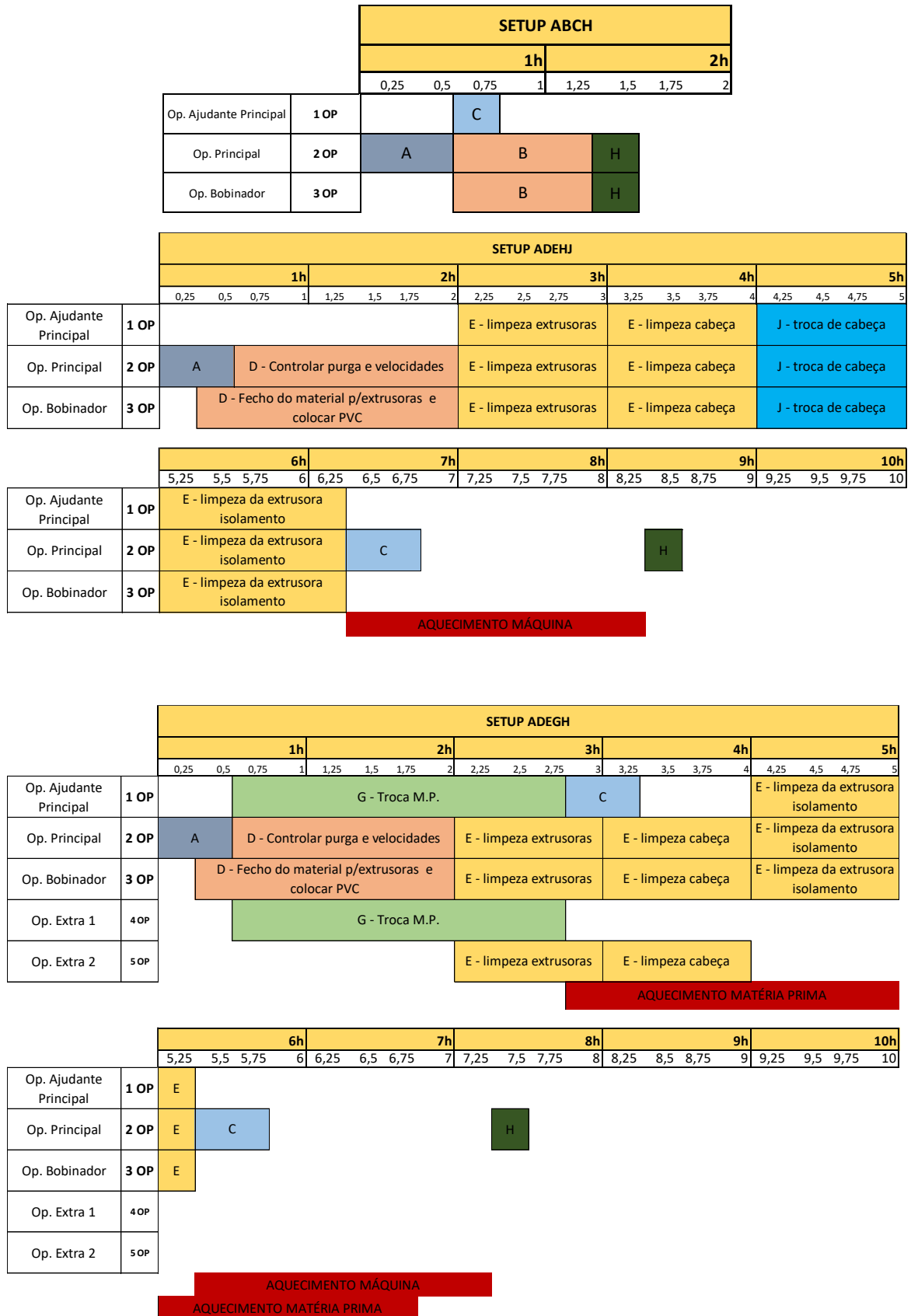
Por questões de privacidade, a coluna do *Who* foi ocultada.

Data de abertura	5W				2H		Status
	O quê? (What?)	Porque? (Why?)	Onde (Where)	Quando? (When?)	Como? (How?)	Quanto? (How much)	
09/12/2020	Plataforma de segurança nos bobinadores	Segurança / Prático	Bobinadores CV01	28/fev	Construir as plataformas		OK
09/12/2020	Caixa de vedações otimizada	Tempo perdido na mudança das vedações	Zona das vedações		Análise do investimento; falar com Troester		
09/12/2020	Limpeza do tubo contêner CV02	Evitar N/C	Pavilhão 5	23/dez	Camião sisterna		Ok
09/12/2020	Torno de corrente	Facilitar a preparação da ponta da bobina	Piso 0	28/fev	Comprar torno de corrente		OK
09/12/2020	Definição da tipologia de reboques por secção	Para melhorar o início de fabrico por produto	Parque exterior	15/02/2020	Identificar todas as bobinas		OK
09/12/2020	Limpar 3 extrusoras simultaneamente	Redução do tempo perdido na limpeza da máquina		12/dez	Testar vários materiais de purga		
09/12/2020	Formar os operadores nas competências necessárias	Crucial para as tarefas das vedações, limpeza da cabeça e troca de matéria prima ser feita de forma simultânea			Realizar a formação nas variadas funções		
09/12/2020	Elaborar matriz de setups	Mais fácil para fazer a monitorização		05/02/2021	Construir em Excel uma matriz de setups		ok
09/12/2020	Folha de acompanhamento de setups a funcionar	Monitorização			Criar um template e colocar em prática		Ok
09/12/2020	5S das áreas	Falta de organização, identificação e arrumação em vários pontos da linha	Toda a linha	12/02/2021	Fazer levantamento das necessidades e realizar as mudanças		OK
09/12/2020	Indicadores Setups	Monitorização		01/02/2021			ok
09/12/2020	Painéis para colocar os indicadores	Informação rápida	Piso 2 CV,s	31/12/2020	Quadro em cortiça		ok
09/12/2020	Maquina de corte de diametro 120mm	Corte de cabos de alta tensão	R/Chão das CV,s	31/12/2020	Adquirir maquina nova		Ok
09/12/2020	Substituir resistências de aquecimento catenaria	Baixo rendimento da linha de produção	Catenaria CV02	23/12/2020	Substituição		OK
09/12/2020	Substituir/modificar descarga de matérias primas	Evitar contaminação dos materiais	Piso 3 Piso 2	28/02/2021	Criação de suportes de descarga de MP		OK
09/12/2020	Sistema de aspiração para transfeça de materiais	Falta de mangas para descarga de materia prima para silos/tremonha	CV01		Com-Evator com tubo + base		ok
09/12/2020	Substituir ou modificar as cortinas dos arrastadores	Melhorar a visibilidade para o interior dos arrastadores	Arrastador entrada/Saida	29/jan	Colocar acrilico		
09/12/2020	Compra de uma nova prensa	A prensa existente é partilhada entre a Produção e o Controlo de Qualidade (por vezes ambos estão com necessidade da mesma)	R/Chão pav,7	28/02/2021	Compra da prensa		OK
09/12/2020	Pintar no chão de algum piso, local para 4 caixotes vazios	Necessidade de local definido para arrumação de caixotes para purgas	Piso 1	31/12/2020	Pintar no chão o local definido		OK
09/12/2020	Atualizar Folha de Tipo de Setups	Inexistência de algumas tipologias de setups na folha		31/12/2020			Ok
09/12/2020	Folha com as Tarefas Externas junto da máquina	Incluir desde já aos operadores a necessidade de realização de certas tarefas externamente ao setup	Piso 2		Compilar as tarefas e colocar a folha junto à máquina		Ok
09/12/2020	Duplicar adaptadores mangueiras porta points	Só existe um conjunto para dois porta points distintos	Piso 2	31/12/2020	Fazer mais dois adaptadores		OK
		Melhor e mais rapido a limpeza da			Adquirir uma máquina		

09/12/2020	Makita/Máquina de impacto	Melhor e mais rápido a limpeza da cabeça	Piso 2	31/01/2021	Adquirir uma máquina de impacto	OK
09/12/2020	Substituir fita poliéster por fita GTBT ou outra no qual não seja necessário retirar	Operador livre para desempenhar outras funções		Aguardar	Realizar testes com novas soluções	
11/01/2021	Duplicar acessórios de encaixe das mangueiras ("engate rápido")	As existentes têm apresentado bastante desgaste em pouco tempo	Piso 2	12/03/2021	Fazer mais dois adaptadores	OK
11/01/2021	Fazer nova mesa suporte porta-points	Só existem 3 mesas, para as MF (se as 2 máquinas param simultaneamente, sente-se a necessidade de mais uma mesa)	Piso 2	12/02/2021	Fazer nova mesa	ok
11/01/2021	Estudar gama de Points e Dies para cabeça grande	Diminuir a necessidade de troca de cabeça de extrusão		10/mar	Fazer levantamento das necessidades	
11/01/2021	Desmantelar sala de peróxido	Espaço sem utilização (6m2)	Piso 2	26/fev	Realizar uma reunião para discutir este ponto	
11/01/2021	Mesa de suporte para máquina de cravação	Em análise nova máquina de cravação	R/Chão Pav7	29/02/2021	Construir a mesa de suporte	
11/01/2021	Mangas retráteis	Facilidade na identificação das mangueiras e sondas a montar	Piso 2	05/fev	Adquirir mangas retráteis na quantidade necessária	
11/01/2021	Substituir mangueiras atuais por mangueira vermelhas	As mangueiras atuais apresentam elevado desgaste e não são tão seguras quanto as vermelhas		05/fev	Realizar a substituição	
11/01/2021	Colocar visor para visualizar caudal de água da 105 e da 90	Operador controlar melhor os equipamentos		05/fev	Colocar visor / estudar a melhor solução	
05/02/2021	Máquina a bateria/ tomada junto à zona de vedações	Reduzir o tempo necessário para troca de aros de vedação		05/fev	Instalação de um ponto de eletricidade junto ao posto das vedações	
05/02/2021	Caudalímetro de azoto	Operador controlar melhor a linha				
05/02/2021	Iluminação nos bobinadores da CV02					
05/02/2021	Bobinador nº2 da CV01					ok
05/02/2021	Armário para arrumação das vedações e bipartidos da CV01	Os existentes não são práticos e não estão organizados	Zona de End Siling, Pav,5	05/02/2021	Novo armario e maior.	ok
05/02/2021	Colocar roletes na zona desbobinadores	Evitar que o cabo raspe no chão				ok
05/02/2021	Erro de "Overvoltage" no arrastador CV02	Acontece quando aliviam o cabo para ajustar a bobinagem do cabo no bobinador				
05/02/2021	Duplicar os filtros de circulação de água + Estação de Limpeza + Desengordurante					ok
05/02/2021	Garibaldo para tirar o fuso 105 e/ou portico para tirar porta points (rotativo)	Peso considerável do fuso				
05/02/2021	Arranjar pré aquecedor CV01 (indutor almas pequenas)	Ter pré-aquecedor disponível para atingir altas velocidades em almas pequenas				ok
05/02/2021	Ter sistema informático para requisição de terminais	Ter terminais adequados e atempadamente				
05/02/2021	Substituir bidão sistema de descarga sub produtos CV02	O existente encontra-se cheio	Piso 1		Realizar a substituição	
05/02/2021	Local de limpeza de cabeças	Reduzir tempos de setup de troca da cabeça	Piso 2	26/mar		
05/02/2021	Colocar roletes intermédios na calha na zona da Gauder	Cabo sai dos roletes e pode provocar defeitos	Piso 0	05/mar	Colocar roletes	
12/02/2021	Reparar as chapas junto ao endsealing CV01	Está em mau estado (corroído) com o que verte após a vedação	Piso 0	Intervenção anual	Comprar e colocar chapas	

12/02/2021	Colocar rolete entre roda de reenvio e arrastador CV02	Piso 0	05/03/2021	Colocar rolete	OK	
12/02/2021	Identificar pré-aquecedores	Difícil identificar os mesmos sem ter de ir à plataforma ver as suas chapas com as características	Piso 2	26/02/2021	Colocar identificações	OK
19/02/2021	Fazer ligação dos extensores elétricos e ar comprimido		19/mar			
26/02/2021	Subir silo extrusora 90 CV01	Limitação de espaço quando se pretende olhar para dentro da extrusora				
04/03/2021	Cortar rampas das bobinas	Retira espaço útil às bobinas e provoca puxões na bobinagem	02/abr			
04/03/2021	Desativar disparador/alarمة CV02	Quando se enfia a linha (bobinador->cabeça), entra em alarme e pára a linha				
04/03/2021	Colocação de proteções/barreiras no piso 3	Evitar que no manuseamento dos caixotes vazios, se danifique as paredes da sala limpa da CV01				
05/03/2021	Sustituir válvulas de retenção circuito água das extrusoras					
15/03/2021	Rever matriz de temperaturas das MP		24/abr			
15/03/2021	Fazer uma divisão/aproveitamento correto das Racks	MP são colocadas nas Racks sem qualquer organização				
25/03/2021	Colocar câmara no acumulador CV01	Dificuldade a ver problemas que acontecem nos acumuladores				
25/03/2021	Colocar chapas de cor nas sondas	Identificação das sondas				
25/03/2021	Identificar portas no piso 3	Difícil identificação das mesmas por parte dos operadores extras		Colocar identificações	OK	
25/03/2021	Sikora - preventivas para reduzir avarias?					
26/03/2021	Criar posto de limpeza para os filtros da rede de água					
16/04/2021	Avaliar substituição dos pré aquecedores		30/abr			
04/05/2021	Conta metros ótico CN14/CV s	Leituras mais credivéis, com erro inferior ao existente		Pedir orçamentos		
17/05/2021	Formação em empilhadores	Operadores não têm carta	30/06/2021	Fazer levantamento das pessoas que necessitam e fazer pedido	OK	
18/05/2021	Adaptar os bipartidos para ser mais fácil a sua extração	Operadores têm dificuldade em os tirar				

APÊNDICE 5 – Gantt's das tipologias de setup existentes



		SETUP ADEGHJ																			
		1h			2h			3h			4h			5h							
		0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5
Op. Ajudante Principal	1 OP		G - Troca M.P.						C			J - troca de cabeça									
Op. Principal	2 OP	A	D - Controlar purga e velocidades				E - limpeza extrusoras			E - limpeza cabeça			J - troca de cabeça								
Op. Bobinador	3 OP		D - Fecho do material p/extrusoras e colocar PVC				E - limpeza extrusoras			E - limpeza cabeça			J - troca de cabeça								
Op. Extra 1	4OP		G - Troca M.P.																		
Op. Extra 2	5OP								E - limpeza extrusoras			E - limpeza cabeça									

AQUECIMENTO MATÉRIA PRIMA

		6h			7h			8h			9h			10h							
		5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5	6,75	7	7,25	7,5	7,75	8	8,25	8,5	8,75	9	9,25	9,5	9,75	10
Op. Ajudante Principal	1 OP	E - limpeza da extrusora isolamento																			
Op. Principal	2 OP	E - limpeza da extrusora isolamento			C								H								
Op. Bobinador	3 OP	E - limpeza da extrusora isolamento																			
Op. Extra 1	4OP																				
Op. Extra 2	5OP																				

AQUECIMENTO MÁQUINA

AQUECIMENTO MATÉRIA PRIMA

		SETUP ADEFH (CV01)																			
		1h			2h			3h			4h			5h							
		0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5
Op. Ajudante Principal	1 OP		C						F - desenfiar			E - limpeza cabeça			E - limpeza da extrusora isol.						
Op. Principal	2 OP	A	D - Controlar purga e velocidades				E - limpeza extrusoras			E - limpeza cabeça			E - limpeza da extrusora isol.								
Op. Bobinador	3 OP		D - Fecho do material p/extrusoras e colocar PVC				E - limpeza extrusoras			E - limpeza cabeça			E - limpeza da extrusora isol.								
Op. Extra 1	4OP								E - limpeza extrusoras												
Op. Extra 2	5OP								F - desenfiar												

		6h			7h			8h			9h			10h							
		5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5	6,75	7	7,25	7,5	7,75	8	8,25	8,5	8,75	9	9,25	9,5	9,75	10
Op. Ajudante Principal	1 OP	E						C													
Op. Principal	2 OP	E	F - enfiar				F - enfiar corda e puxar alimentação			H											
Op. Bobinador	3 OP	E	F - enfiar				F - enfiar corda e puxar alimentação														
Op. Extra 1	4OP																				
Op. Extra 2	5OP																				

AQUECIMENTO MÁQUINA

		SETUP ADEFH (CV02)																						
		1h			2h			3h			4h			5h										
		0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5			
Op. Ajudante Principal	1 OP			C					E - limpeza cabeça					E - limpeza extrusoras					E - limpeza da extrusora isolamento					
Op. Principal	2 OP	A	D - Controlar purga e velocidades							E - limpeza cabeça					E - limpeza extrusoras					E - limpeza da extrusora isolamento				
Op. Bobinador	3 OP		D - Fecho do material p/extrusoras e colocar PVC							E - limpeza cabeça					E - limpeza extrusoras					E - limpeza da extrusora isolamento				
Op. Extra 1	4OP																							
Op. Extra 2	5OP																							

		6h			7h			8h			9h			10h								
		5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5	6,75	7	7,25	7,5	7,75	8	8,25	8,5	8,75	9	9,25	9,5	9,75	10	10,25
Op. Ajudante Principal	1 OP	E																				
Op. Principal	2 OP	E	F - desenfiar e enfiar (da cabeça --> bobinador e bobinador --> cabeça)										C	F - enfiar corda e puxar alimentação			H					
Op. Bobinador	3 OP	E	F - desenfiar e enfiar (da cabeça --> bobinador e bobinador --> cabeça)										C	F - enfiar corda e puxar alimentação								
Op. Extra 1	4OP																					
Op. Extra 2	5OP																					

AQUECIMENTO MÁQUINA

		SETUP ADEFHJ (CV01)																			
		1h			2h			3h			4h			5h							
		0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5
Op. Ajudante Principal	1 OP			C					F - desenfiar				E - limpeza cabeça			J - troca de cabeça					
Op. Principal	2 OP	A	D - Controlar purga e velocidades							E - limpeza extrusoras				E - limpeza cabeça			J - troca de cabeça				
Op. Bobinador	3 OP		D - Fecho do material p/extrusoras e colocar PVC							E - limpeza extrusoras				E - limpeza cabeça			J - troca de cabeça				
Op. Extra 1	4OP								E - limpeza extrusoras												
Op. Extra 2	5OP								F - desenfiar												

		6h			7h			8h			9h			10h							
		5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5	6,75	7	7,25	7,5	7,75	8	8,25	8,5	8,75	9	9,25	9,5	9,75	10
Op. Ajudante Principal	1 OP	J	E - limpeza da extrusora isol.										C								
Op. Principal	2 OP	J	E - limpeza da extrusora isol.							F - enfiar			F - enfiar corda e puxar alimentação			H					
Op. Bobinador	3 OP	J	E - limpeza da extrusora isol.							F - enfiar			F - enfiar corda e puxar alimentação								
Op. Extra 1	4OP																				
Op. Extra 2	5OP																				

AQUECIMENTO MÁQUINA

		SETUP ADEFGHJ (CV01)																			
		1h			2h			3h			4h			5h							
		0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5
Op. Ajudante Principal	1 OP			C	G - Troca M.P.										E - limpeza cabeça	J - troca de cabeça					
Op. Principal	2 OP	A	D - Controlar purga e velocidades					E - limpeza extrusoras							E - limpeza cabeça	J - troca de cabeça					
Op. Bobinador	3 OP		D - Fecho do material p/extrusoras e colocar PVC					E - limpeza extrusoras							E - limpeza cabeça	J - troca de cabeça					
Op. Extra 1	4OP			G - Troca M.P.																	
Op. Extra 2	5OP								E - limpeza extrusoras												
Op. Extra 3	6OP									F - desenfiar											
Op. Ajudante Bobinador	7OP									F - desenfiar											

AQUECIMENTO MATÉRIA PRIMA

		6h				7h			8h			9h			10h						
		5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5	6,75	7	7,25	7,5	7,75	8	8,25	8,5	8,75	9	9,25	9,5	9,75	10
Op. Ajudante Principal	1 OP	J	E - limpeza da extrusora isol.										C								
Op. Principal	2 OP	J	E - limpeza da extrusora isol.			F - enfiar			F - enfiar corda e puxar alimentação							H					
Op. Bobinador	3 OP	J	E - limpeza da extrusora isol.			F - enfiar			F - enfiar corda e puxar alimentação												
Op. Extra 1	4OP																				
Op. Extra 2	5OP																				

AQUECIMENTO MATÉRIA PRIMA

AQUECIMENTO MÁQUINA

		SETUP ADEFGHJ (CV02)																			
		1h			2h			3h			4h			5h							
		0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5
Op. Ajudante Principal	1 OP			C	G - Troca M.P.						E - limpeza extrusoras			E - limpeza da extrusora isolamento							
Op. Principal	2 OP	A	D - Controlar purga e velocidades					E - limpeza cabeça			E - limpeza extrusoras			E - limpeza da extrusora isolamento							
Op. Bobinador	3 OP		D - Fecho do material p/extrusoras e colocar PVC					E - limpeza cabeça			E - limpeza extrusoras			E - limpeza da extrusora isolamento							
Op. Extra 1	4OP			G - Troca M.P.																	
Op. Extra 2	5OP								E - limpeza cabeça												

AQUECIMENTO MATÉRIA PRIMA

		6h				7h			8h			9h			10h						
		5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5	6,75	7	7,25	7,5	7,75	8	8,25	8,5	8,75	9	9,25	9,5	9,75	10
Op. Ajudante Principal	1 OP	E																			
Op. Principal	2 OP	E	F - desenfiar e enfiar (da cabeça --> bobinador e bobinador --> cabeça)									C	F - enfiar corda e puxar alimentação			H					
Op. Bobinador	3 OP	E	F - desenfiar e enfiar (da cabeça --> bobinador e bobinador --> cabeça)									C	F - enfiar corda e puxar alimentação								
Op. Extra 1	4OP																				
Op. Extra 2	5OP																				

AQUECIMENTO MATÉRIA PRIMA

AQUECIMENTO MÁQUINA

APÊNDICE 6 – *Template* de Acompanhamento de setups - Coordenadores

Acompanhado por: \_\_\_\_\_

Data do acompanhamento: \_\_/\_\_/\_\_

**Acompanhamento Setups – Coordenadores**



Máq.	Turno	Cabo (de/para)	Tipo de setup	Tempo Prev.	Tempo Real	Nº de Op.	Dificuldades sentidas	Propostas de melhoria

## APÊNDICE 7 – Cartões de Manutenção Autônoma

### MANUTENÇÃO AUTÔNOMA CV01 Travão e Roda

Resp: Manutenção e  
Melhoria Contínua  
Data: 18-08-2021



#### Tarefas com Máquina Parada Total: 3 min

Nº Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
3.4	Calços do travão	Lanterna, paquímetro	Verificar espessura dos calços (menos de 3 mm é mau)	Semanal

#### Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 16 min

Nº Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
3.1	Travão - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
3.2	Roletes	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Semanal
3.3	Roda conta-metros	Lanterna	Verificar estado (desgaste da superfície)	Semanal
3.5	Avarias			Semanal
3.6	Fugas de ar			Semanal
4.1	Roda - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Quinzenal
4.2	Funcionamento	Lanterna, luvas	Verificar correto posicionamento dos componentes e existência de barulhos ou vibrações estranhas	Quinzenal
4.3	Avarias			

### MANUTENÇÃO AUTÔNOMA CV01 Acumulador

Resp: Manutenção e  
Melhoria Contínua  
Data: 18-08-2021



#### Tarefas com Máquina Parada Total: 38 min

Nº Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
5.1	Acumulador - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Mensal
5.2	Roletes	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Mensal
5.3	Correia	Lanterna, luvas	Verificar estado da correia e correto posicionamento	Mensal
5.4	Conexões	Lanterna, luvas	Verificar estado	Mensal
5.5	Avarias			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Tube da Catenária (rampa)**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina Parada Total: 90 min**

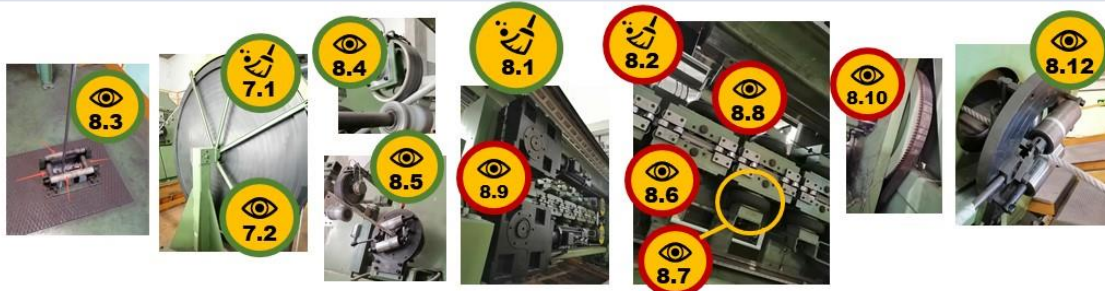
Nº Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
6.3	Tube	Pano, vassoura	Limpeza geral da superfície	Mensal

**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 45 min**

Nº Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
6.1	Corrimão	Pano, produto de limpeza	Limpeza	Mensal
6.2	Ventiladores	Lanterna, luvas	Inspeção visual, do ruído e vibrações	Semanal
6.4	Válvula		Inspeccionar possível existência de azoto ou água	Semanal
6.5	Fugas de ar			
6.6	Fugas de azoto			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Roda e Arrastador de Entrada**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina Parada Total: 23 min**

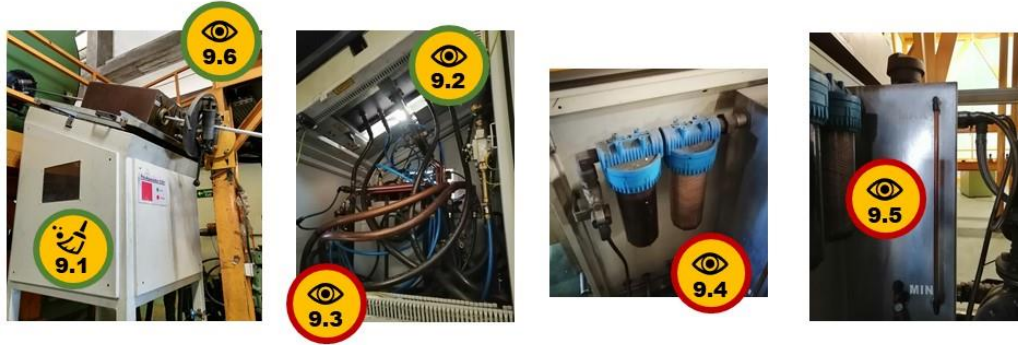
Nº Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
8.2	Interior do equipamento	Soprador, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza do interior do equipamento	Semanal
8.6	Roletes do interior	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Semanal
8.7	Cilindros pneumáticos	Lanterna, luvas	Verificar o estado das borrachas se não têm fissuras, se não tem nenhuma fuga e se o funcionamento é adequado	Semanal
8.8	Correia de puxo	Lanterna, luvas	Verificar desgaste	Semanal
8.9	Motorreduzores	Lanterna	Verificar possíveis fugas de óleo	Semanal
8.10	Correia de transmissão	Lanterna	Verificar desgaste dos dentes e se nenhum está partido, bem como, posicionamento e tensão da mesma	Semanal

**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 29 min**

Nº Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
7.1	Roda - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Quinzenal
7.2	Funcionamento	Lanterna, luvas	Verificar correto posicionamento dos componentes e existência de barulhos ou vibrações estranhas	Quinzenal
7.3	Avarias			Quinzenal
8.1	Arrast. Entrada - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
8.3	Roletes no pavimento	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Semanal
8.4	Roda contáctos	Lanterna	Verificar estado (desgaste da superfície)	Semanal
8.5	Roletes de entrada	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Semanal
8.12	Roletes de saída	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Semanal
8.13	Avarias			
8.14	Fugas de ar			
8.15	Fugas de óleo			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Pré-Aquecedores**

Resp: Manutenção e  
 Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



Tarefas com Máquina Parada Total: 17 min					Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 20 min				
Nº Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.	Nº Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
9.3	Rosca do indutor, parafusos e porcas	Lanterna, luvas	Verificar estado e se estão no devido local e funcionais	Semanal	9.1	Pré-aquecedor - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento e do interior do quadro	Semanal
9.4	Filtro de água		Verificar estado e substituir se necessário.	Bimensal	9.2	Mangueiras	Lanterna, luvas	Verificar estado	Semanal
9.5	Reservatório		Verificar nível de água	Semanal	9.6	Equipamento		Ter em atenção se o seu posicionamento é correto, se emite ruídos e/ou vibrações estranhas	Semanal
					9.7	Avarias			
					9.8	Fugas de água			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Silos de MP**

Resp: Manutenção e  
 Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 17 min				
Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
10.1	Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento e plataforma	Semanal
10.2	Equipamento		Ter em atenção se o equipamento está a emitir ruídos e/ou vibrações estranhas	Semanal
10.3	Avarias			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Sistema de secagem e aquecimento da MP (SSAMP)**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina Parada Total: 10 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
11.2	SSAMP da ext. 60	Balde, luvas, soprador	Verificar estado e limpar os dois filtros	Semanal
11.3	SSAMP da ext. 90	Balde, luvas, soprador	Verificar estado e limpar os dois filtros	Semanal

**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 17 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
11.1	SSAMP - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza exterior dos dois equipamentos SSAMP (um da extrusora 60 e outro da extrusora 90)	Quinzenal
11.4	Mangueiras		Verificar estado superficial das mangueiras e se possuem alguma fuga	Semanal
11.5	Avarias			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Microlines**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021

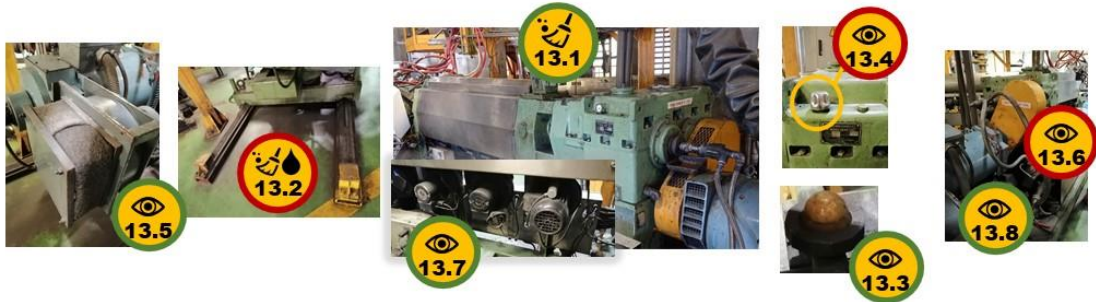


**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 10 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
12.1	Microlines - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
12.2	Mangueiras	Lanterna, luvas	Verificar estado	Semanal
12.3	Bombas	Lanterna, luvas	Verificar as pressões nos manómetros e se as bombas fazem algum ruído ou vibração anormais	Semanal
12.4	Avarias			
12.5	Fugas de água			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Extrusora 60**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina Parada Total: 10 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
13.2	Guias	Pano, produto de limpeza, massa	Limpar e lubrificar	Semanal
13.4	Motorreductor	Pano	Verificar nível de óleo na vareta	Semanal
13.6	Correia de transmissão	Lanterna	Verificar desgaste dos dentes e se nenhum está partido, bem como, posicionamento e tensão da mesma	Semanal

**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 25 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
13.1	Extrusora 60 - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
13.3	Água	Lanterna	Verificar circulação de água	Semanal
13.5	Filtro de ar do ventilador do motor		Verificar estado	Semanal
13.7	Ventiladores	Lanterna, luvas	Inspeção visual, doruído e vibrações	Semanal
13.8	Mangueiras	Lanterna, luvas	Verificar estado	Semanal
13.9	Equipamento		Ter em atenção se o equipamento está a emitir ruídos e/ou vibrações estranhas	Semanal
13.10	Avarias			
13.11	Fugas de ar			
13.12	Fugas de óleo			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Extrusora 150**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina Parada Total: 3 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
14.2	Motorreductor	Lanterna	Verificar nível de óleo no visor	Semanal
14.4	Correia de transmissão	Lanterna	Verificar desgaste dos dentes e se nenhum está partido, bem como, posicionamento e tensão da mesma	Semanal

**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 23 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
14.1	Extrusora 150 - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
14.3	Filtro de ar do ventilador do motor		Verificar estado	Semanal
14.5	Ventiladores	Lanterna, luvas	Inspeção visual, doruído e vibrações	Semanal
14.6	Mangueiras	Lanterna, luvas	Verificar estado	Semanal
14.7	Equipamento		Ter em atenção se o equipamento está a emitir ruídos e/ou vibrações estranhas	Semanal
14.8	Avarias			
14.9	Fugas de óleo			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Extrusora 90**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina Parada Total: 9 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
15.2	Guias	Pano, produto de limpeza, massa	Limpar e lubrificar	Semanal
15.4	Motorreductor	Pano	Verificar nível de óleo na vareta	Semanal
15.6	Correia de transmissão	Lanterna	Verificar desgaste dos dentes e se nenhum está partido, bem como, posicionamento e tensão da mesma	Semanal

**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 25 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
15.1	Extrusora 90 -Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
15.3	Água	Lanterna	Verificar circulação de água	Semanal
15.5	Filtro de ar do ventilador do motor		Verificar estado	Semanal
15.7	Ventiladores	Lanterna, luvas	Inspeção visual, dorído e vibrações	Semanal
15.8	Mangueiras	Lanterna, luvas	Verificar estado	Semanal
15.9	Equipamento		Ter em atenção se o equipamento está a emitir ruídos e/ou vibrações estranhas	Semanal
15.10	Avarias			
15.11	Fugas de óleo			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Cabeça de Extrusão**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 4 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
16.1	Mangueiras	Lanterna, luvas	Verificar estado das mangueiras e dos encaixes	Semanal
16.2	Sondas com conector rápido		Verificar se existem reservas	Semanal
16.3	Avarias			
16.4	Fugas de água			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**SIKORA e Splice Box**

Resp: Manutenção e  
 Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 10 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
17.1	SIKORA - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza exterior do equipamento	Semanal
17.2	Avarias			
17.3	Fugas de óleo			
18.1	Splice Box - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
18.2	Avarias			
18.3	Fugas de azoto			
18.4	Fugas de óleo			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Sistema de Azoto**

Resp: Manutenção e  
 Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 14 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
19.1	Sistema de Azoto - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Mensal
19.2	Caudalímetro	Lanterna	Verificar valor indicado	Semanal
19.3	Pressão	Lanterna	Verificar valor indicado	Semanal
19.4	Avarias			
19.5	Fugas de azoto			
19.6	Fugas de ar			
19.7	Fugas de óleo			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Sistema de Exaustão**

Resp: Manutenção e  
 Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 5 min

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
20.1	Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Mensal
20.2	Avarias			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Câmaras de Matéria-Prima**

Resp: Manutenção e  
 Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 25 min

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
21.1	Câmaras M.P. - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral das áreas	Quinzenal
21.2	Portas		Verificar o correto funcionamento das mesmas	Quinzenal
21.3	Avarias			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Fosso da CV01**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 65 min

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
22.1	Fosso - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do espaço (remover detritos, pedaços de madeira, pó, telas ...)	Mensal
22.2	Reservatório	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza exterior do equipamento	Mensal
22.3	Manómetros	Lanterna	Verificar valor indicado	Semanal
22.4	Motores e bombas		Ter atenção se estão a fazer algum ruído ou vibração anormais	Semanal
22.5	Permutador	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza exterior do equipamento, soprá-lo e limpar zona envolvente	Mensal
22.6	Filtros	Lanterna, soprador	Garantir que está apenas um em funcionamento. Garantir que o filtro que não é utilizado se encontra limpo e em perfeitas condições de ser usado a qualquer momento.	Semanal
22.7	Fugas de água			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Barril dos Subprodutos**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 25 min

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
22.8	Barril dos subprodutos	Luvas	Verificar estado do barril. Se necessário, substituir e registar data.	2 – 3x/semana

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**End Sealing**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina Parada Total: 24 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
23.4	Portas	Pano, produto de limpeza	Limpeza dos vidros	Semanal
23.6	Câmara	Pano, produto de limpeza	Limpeza da câmara e do respetivo vidro	Semanal
23.7	Interior do equipamento	Lanterna, luvas	Inspeção visual do estado	Semanal
23.9	Central hidráulica	Lanterna	Verificar nível de óleo no visor	Semanal

**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 74 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
23.1	End Sealing - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
23.2	Zona envolvente	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza do chão, escadas, corrimão e de tudo em volta que esteja exposto a sujidade	Semanal
23.3	Pré-tanque	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza do reservatório e exterior do mesmo	Semanal
23.5	Roletes	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Semanal
23.8	Manómetros	Lanterna	Verificar valor indicado	Semanal
23.10	Bombas		Verificar possíveis fugas de água que possam existir, ruído ou vibração anormal.	Semanal
23.11	Avarias			
23.12	Fugas de ar			
23.13	Fugas de óleo			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Arrastador de Saída**

Resp: Manutenção e Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina Parada Total: 22 min**

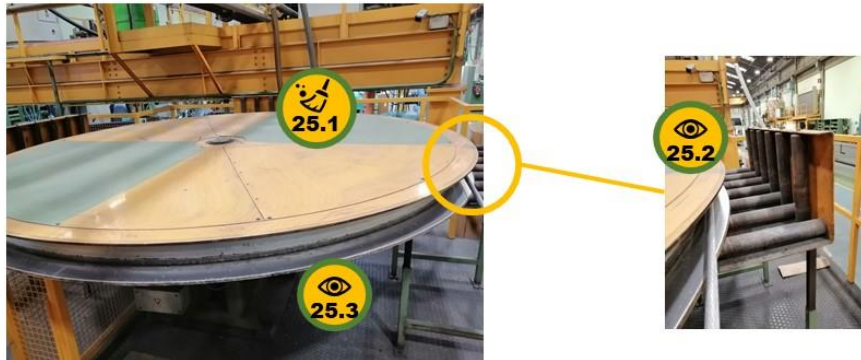
Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
24.2	Interior do equipamento	Soprador, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza do interior do equipamento	Semanal
24.4	Correia de transmissão	Lanterna	Verificar desgaste dos dentes e se nenhum está partido, bem como, posicionamento e tensão da mesma	Semanal
24.5	Correia de puxo	Lanterna, luvas	Verificar desgaste	Semanal
24.6	Roletes do interior	Lanterna, luvas	Verificar se rodam livremente	Semanal
24.7	Cilindros pneumáticos	Lanterna, luvas	Verificar o estado das borrachas, se não têm fissuras, se não tem nenhuma fuga e se o funcionamento é adequado	Semanal

**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 18 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
24.1	Arrastador de saída - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
24.3	Roletes de entrada	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Semanal
24.8	Roletes de saída	Lanterna, luvas	Verificar se rodam livremente	Semanal
24.9	Avarias			
24.10	Fugas de ar			
24.11	Fugas de óleo			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Roda de Reenvio**

Resp: Manutenção e  
 Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 11 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
25.1	Roda - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Quinzenal
25.2	Roletes	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Quinzenal
25.3	Funcionamento	Lanterna, luvas	Verificar correto posicionamento dos componentes e existência de barulhos ou vibrações estranhas	Quinzenal
25.4	Avarias			
25.5	Fugas de ar			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Calha**

Resp: Manutenção e  
 Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina Parada Total: 20 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
26.2	Roletes verticais e horizontais	Lanterna, luvas	Verificar se rodam livremente	Quinzenal

**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 90 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
26.1	Calha - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Quinzenal
26.3	Avarias			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Arrastador Auxiliar**

Resp: Manutenção e  
 Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina Parada Total: 18 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
28.2	Interior do equipamento	Soprador, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza do interior do equipamento	Semanal
28.5	Correia de puxo	Lanterna, luvas	Verificar desgaste (é necessário premir botão durante algum tempo para abrir)	Semanal
28.6	Roletes do interior	Lanterna, luvas	Verificar se rodam livremente	Semanal
27.2	Borrachas		Inspeccionar estado	Mensal

**Tarefas com Máquina em Funcionamento Total: 18 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
28.1	Arrast. Aux - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
28.3	Roda contâmetros	Lanterna	Verificar estado (desgaste da superfície)	Semanal
28.4	Roletes de entrada	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Semanal
28.7	Roletes de saída	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Semanal
28.8	Avarias			
28.9	Fugas de ar			
28.10	Fugas de óleo			
27.1	Sikora - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza exterior do equipamento	Semanal
27.3	Avarias			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Bobinador 1**

Resp: Manutenção e  
 Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



**Tarefas com Máquina em Funcionamento (Bobinador 1 parado) Total: 50 min**

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
29.1	Bobinador 1 - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
29.2	Fusos e guias de elevação	Pano, produto de limpeza, massa	Limpar e lubrificar	Semanal
29.3	Carris	Vassoura, aspirador	Retirar todos os detritos e aspirar	Semanal
29.4	Correia	Lanterna	Verificar estado, visualmente e onde é possível, da correia	Semanal
29.5	Corrente	Lanterna	Verificar estado, visualmente e onde é possível, da corrente	Semanal
29.6	Corrente	Lanterna	Verificar estado, visualmente e onde é possível, da corrente	Semanal
29.7	Guia telescópica	Pano, produto de limpeza, óleo	Em total amplitude, limpar muito bem e lubrificar	Semanal
29.8	Pino de apoio	Passa-não passa, luvas	Verificar desgaste	Semanal
29.9	Motorreductor	Lanterna	Verificar nível de óleo no visor	Semanal
29.10	Roletes do distribuidor	Lanterna, luvas	Verificar visualmente se rodam livremente	Semanal
29.11	Avarias			
29.12	Fugas de óleo			

**MANUTENÇÃO AUTÓNOMA CV01**  
**Bobinador 2**

Resp: Manutenção e  
 Melhoria Contínua  
 Data: 18-08-2021



Tarefas com Máquina em Funcionamento (Bobinador 2 parado) Total: 60 min

Nº da Tarefa	Componente	Ferramentas	Instruções	Freq.
30.1	Bobinador 2 - Geral	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza	Limpeza geral do equipamento	Semanal
30.2	Plataforma de segurança e Guia telescópica	Soprador, vassoura, aspirador, pano, produto de limpeza, óleo	Limpeza da plataforma e da área abaixo dela. Abri-la totalmente e limpar muito bem, onde é possível aceder, a guiatelescópica.	Semanal
30.3	Fusos e guias de elevação	Pano, produto de limpeza, massa	Limpar e lubrificar	Semanal
30.4	Carris	Vassoura, aspirador	Retirar todos os detritos e aspirar	Semanal
30.5	Correia	Lanterna	Verificar estado, visualmente e onde é possível, da correia	Semanal
30.6	Corrente	Lanterna	Verificar estado, visualmente e onde é possível, da corrente	Semanal
30.7	Corrente	Lanterna	Verificar estado, visualmente e onde é possível, da corrente	Semanal
30.8	Pino de apoio	Passa-não passa, luvas	Verificar desgaste	Semanal
30.9	Motorreductor	Lanterna	Verificar nível de óleo no visor	Semanal
30.10	Roletes do distribuidor	Lanterna, luvas	Verificar se rodam livremente	Semanal
30.11	Avarias			
30.12	Fugas de óleo			