



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ricardo Jorge da Silva Afonso

**Implementação de um programa de
melhoria com vista à redução de sucata
numa empresa da indústria de cablagens**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação de

Professor Doutor Paulo Alexandre da Costa Araújo
Sampaio

Outubro de 2019

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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



Atribuição

CC BY

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

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação que culmina um ciclo de cinco anos não seria possível sem os suportes vitais da minha vida. Em primeiro lugar, quero agradecer aos meus pais pela sustentabilidade que me proporcionaram sempre e o apoio incondicional durante toda a minha vida académica. Vocês contribuíram para que tudo isto fosse possível e obrigado por me terem educado e inculcido os principais valores.

Em segundo, à minha namorada Helena, por estar sempre presente, por me apoiar incondicionalmente e incentivar a ser melhor, mais ambicioso e correr atrás dos meus objetivos, por estar sempre do meu lado não só nesta fase como em todas as outras da minha vida.

Ao Professor Paulo Sampaio pela disponibilidade e prontidão no auxílio e esclarecimento de dúvidas, bem como dando algumas luzes para superar as adversidades que se atravessaram neste longo e árduo caminho.

À LEONI Portugal pela confiança depositada e permitir o meu crescimento profissional e pessoal. Em especial, agradecer ao Fernando por ser o meu orientador e mostrar-se sempre disponível em prol dos interesses da empresa. Aos colegas de gabinete pelo ambiente saudável e por me integrarem e fazerem-me sentir confortável.

Agradecer à minha segunda casa, Universidade do Minho, e em particular à Escola de Engenharia por promover a interação com o mundo laboral, por intermédio destes projetos.

Agradecer a todos os meus amigos de infância, de escola, de universidade e do mundo do futebol porque nas várias fases da minha vida estiveram presentes e contribuíram positivamente para o meu crescimento e desenvolvimento individual.

Por fim, agradecer a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o meu sucesso e o fim de um ciclo na minha vida.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

RESUMO

A presente dissertação resulta de um projeto individual desenvolvido em contexto empresarial, no âmbito do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial. O projeto foi realizado na empresa Leonische Portugal, pertencente à indústria automóvel, cujo foco principal foi a redução de sucata transversal ao sistema produtivo, aliada à melhoria do processo de gestão.

A metodologia de investigação utilizada foi *case study* para realizar uma investigação experimental de um problema particular dentro de um contexto específico, cuja recolha de dados permitirá desenvolvimento de teoria explicativa.

Paralelamente recorreu-se à metodologia *Lean Six Sigma* e ferramentas associadas para desenvolver o projeto. As sinergias entre as filosofias *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*, em que estas visam eliminar desperdícios e reduzir a variabilidade dos processos, respetivamente, tornam as empresas mais eficientes e competitivas.

Inicialmente foi realizado um diagnóstico e análise do estado atual da empresa, com o objetivo de identificar os principais problemas e as respetivas causas. Dessa forma, foi elaborado um mapa do processo com uma visão panorâmica para realçar as etapas críticas, foi feita uma recolha de grande quantidade de informação retratada em gráficos de Pareto, gráficos de barras e *pie charts* e, na fase terminal, foi analisada a informação com recurso a um diagrama de causa-efeito.

Após a conclusão da análise, elaboraram-se propostas de melhoria com o objetivo de reduzir e, se possível, eliminar os problemas identificados. Assim, foi reformulado o sistema de medição de sucata na área de corte para a acurácia dos valores ser melhor e foram efetuadas várias alterações no processo de produção de cablagens com incidência na eliminação de erros.

A implementação destas medidas, através de uma análise comparativamente com os valores alcançados em 2018, permitiu estimar uma redução de sucata anual prevista de 4,27% e uma redução anual equivalente a 4,03% nos processos indiretos, totalizando uma redução anual de 8,30%. Estes resultados permitem efetuar um balanço positivo do projeto, pelo que as medidas sugeridas foram eficazmente implementadas.

PALAVRAS-CHAVE

DMAIC, *Lean Six Sigma*, Projeto de melhoria, Redução de sucata

ABSTRACT

This following dissertation results from an individual project developed in an industrial environment, as part of the fifth year of Master in Industrial Engineering and Management. The project was developed on Leonische Portugal, belonging to automotive industry, whose main focus was scrap reduction across the Production system, allied to the improvement of management process.

The research methodology used was case study to perform an empirical investigation of a particular problem within a specific context, whose data collection will allow the development of explanatory theory.

Simultaneously, it was used the Lean Six Sigma methodology and its associated tools to develop this project. The synergies between Lean Manufacturing and Six Sigma, in which they aim to eliminate waste and reduce process variation, respectively, make organizations more efficient and increase competitiveness.

Initially, a diagnosis and analysis of the current state was carried out in order to identify the main problems and their causes. Thus, a process map with high level view was drafted to highlight the critical steps, a big amount of data was collected and depicted in Pareto charts, bar charts and pie charts and, ultimately, the information was analyzed using a cause-and-effect diagram.

Upon completion of the analysis, improvement proposals were suggested to reduce and, if possible, eliminate the identified problems. Thereby, the scrap measurement system in the cutting area was reformulated to improve accuracy and reliability, while several changes were made in the harnesses production to eliminate assembly errors.

The implementation of these measures, through a comparative analysis with background values of 2018, allowed to estimate an expected annual scrap reduction of 4,27% and an annual reduction equivalent to 4,03% in indirect processes, with an aggregated reduction of 8,30%. These results infer a positive balance of the project, so the suggested measures were effectively implemented.

KEYWORDS

DMAIC, Improvement project, Lean Six Sigma, Scrap reduction

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo	v
Abstract.....	vi
Índice	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas.....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xiv
1. Introdução	15
1.1 Enquadramento	15
1.2 Objetivos.....	17
1.3 Metodologia de Investigação	18
1.4 Estrutura da dissertação	18
2. Revisão bibliográfica.....	20
2.1 <i>Lean Manufacturing</i>	20
2.1.1 Tipos de desperdício.....	20
2.1.2 Princípios <i>Lean Thinking</i>	22
2.2 <i>Six Sigma</i>	24
2.3 <i>Lean Six Sigma</i>	25
2.3.1 Sinergias entre <i>Lean</i> e <i>Six Sigma</i>	27
2.3.2 Implementação das filosofias <i>Lean</i> e <i>Six Sigma</i> em contexto nacional	28
2.4 Ciclo DMAIC.....	29
2.4.1 Fase <i>Define</i>	29
2.4.2 Fase <i>Measure</i>	30
2.4.3 Fase <i>Analyze</i>	30
2.4.4 Fase <i>Improve</i>	30
2.4.5 Fase <i>Control</i>	31
2.5 Ferramentas usadas no ciclo DMAIC.....	31
2.5.1 <i>Project Charter</i>	31
2.5.2 Diagrama SIPOC.....	31

2.5.3	<i>Pie chart</i>	32
2.5.4	Análise de Pareto.....	32
2.5.5	Diagrama causa-efeito	33
3.	Apresentação e caracterização da empresa	34
3.1	LEONI Grupo	34
3.2	Localização e distribuição geográfica	35
3.3	Produtos e Mercados	36
3.4	LEONI Portugal	36
3.5	Estrutura organizacional	37
3.6	Política da empresa.....	37
3.7	Missão, visão e valores	38
3.8	Produto.....	39
3.9	Sistema Produtivo	39
3.9.1	Corte	40
3.9.2	Pré-Confeção.....	41
3.9.3	Montagem.....	41
3.9.4	Teste elétrico	42
3.9.5	Reparações	43
3.9.6	<i>Braiding e Foaming</i>	43
3.9.7	Embalamento	43
3.9.8	Protótipos e Amostras.....	44
4.	Descrição do problema e análise crítica da situação atual.....	45
4.1	Projeto de Sucata.....	45
4.1.1	Gestão da sucata no SEG1	45
4.1.2	Gestão da Sucata nos restantes Segmentos.....	49
4.1.3	Processo de <i>Dummies</i>	49
4.1.4	Análise crítica do problema	50
5.	Projeto de melhoria do processo de gestão da sucata.....	52
5.1	DMAIC – Fase <i>Define</i>	52
5.1.1	Definição do Projeto.....	52
5.1.2	Mapeamento do processo de sucata	54
5.2	DMAIC – Fase <i>Measure</i>	57

5.2.1	Dimensionamento do problema no estado atual	57
5.2.2	Máquinas de Corte	59
5.2.3	Quantificação dos <i>Dummies</i>	61
5.2.4	Problemática nas linhas de montagem	64
5.3	DMAIC – Fase <i>Analyze</i>	67
5.3.1	Análise das causas-raiz	67
5.4	DMAIC – Fase <i>Improve</i>	71
5.4.1	Registo de sucata automático nas máquinas de corte.....	72
5.4.2	Abastecimento de fio: nova causa de sucata.....	75
5.4.3	Reformulações no processo de <i>dummies</i>	75
5.4.4	Terminais <i>Deutsch</i>	76
5.4.5	Duplicação do registo de sucata na montagem.....	76
5.4.6	Instrução de trabalho “Gestão de sucata” e Formação LPMCS	78
5.4.7	Mudança de paradigma e adição do preço unitário por artigo.....	78
5.4.8	Alteração de uma Instrução de Trabalho na montagem	79
5.4.9	Conectores 4 vias	80
5.4.10	Croqui do processo de cravação.....	81
5.4.11	Outras sugestões de melhoria não implementadas.....	82
5.5	DMAIC – Fase <i>Control</i>	84
5.5.1	Impacto e eficácia das melhorias	84
5.5.2	Monitorização do processo	87
6.	Conclusão.....	91
6.1	Conclusões	91
6.2	Trabalho futuro.....	92
	Referências Bibliográficas	94
	Anexo I – Layout Leoni Portugal.....	96
	Anexo II - Instrução de trabalho IT 3352-11	99
	Anexo III - Formação LPMCS.....	105
	Anexo IV - Instrução de trabalho IT 3433-11 (Antes).....	107
	Anexo V - Instrução de trabalho IT 3433-11 (depois)	108
	Anexo VI - Standard de afinação das ferramentas de cravar	109

Anexo VII – Monitor de sucata segmento 4.....	111
---	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Oito desperdícios.....	22
Figura 2 - Princípios Lean Thinking	24
Figura 3 - Índices de medição típicos das filosofias Six Sigma e Zero Defeitos (Arnheiter & Maleyeff, 2005).....	26
Figura 4 - Objetivos de melhoria e necessidades de uma organização (Snee, 2010).....	26
Figura 5 - Vantagem competitiva de cada um das filosofias (Arnheiter & Maleyeff, 2005) .	28
Figura 6 - Visão global do diagrama SIPOC (Staudter et al., 2013).....	32
Figura 7 - Exemplo de um gráfico de Pareto (John et al., 2008)	33
Figura 8 – Distribuição geográfica da LEONI.....	36
Figura 9 – Organigrama da LEONI Portugal (LEONI, 2019)	37
Figura 10 - LEONI WSD Estratégia da casa	39
Figura 11 – Tábua de montagem de uma cablagem AGCO	42
Figura 12 - Mesa de teste elétrico	43
Figura 13 - Disposição das bobinas na estante junto às máquinas de corte.....	46
Figura 14 - Categorias de sucata registadas nas máquinas de corte.....	48
Figura 15 - Formulário de registo de sucata nas linhas de montagem	49
Figura 16 - Diagrama SIPOC - Corte	55
Figura 17 - Diagrama SIPOC – Linhas de Montagem	56
Figura 18 - Sucata Fábrica 2018	58
Figura 19 - Pareto das causas de sucata do Segmento 1.....	59
Figura 20 - Sucata por máquina de corte de fio em 2018.....	60
Figura 21 - Custo por família de materiais	63
Figura 22 - Análise de Pareto com os custos dos dummies por causas.....	64
Figura 23 - Comportamento dos registos nas linhas de montagem.....	67
Figura 24 - Diagrama Causa-Efeito do projeto	69
Figura 25 - Feedback ativo de uma máquina	72
Figura 26 - Diagrama do feedback Production state data (KOMAX, 2016)	73
Figura 27 - Exemplo de replicação de dados	77
Figura 28 - Etiqueta com preço unitário incluído	79
Figura 29 - Conetor de 4 vias.....	81
Figura 30 - Conetor revestido com saco bolha	81

Figura 31 - Ferramenta de cravar com rodas giratórias (1) e ferramenta com parafusos (2) ..	82
Figura 32 - Previsão dos dados até ao final de 2019	85
Figura 33 - Sucata geral do corte semana 23, com objetivo	88
Figura 34 - Sucata da máquina ALPHA 138 na semana 23, com objetivo	89
Figura 35 - Layout LEONI (piso 0).....	96
Figura 36 - Layout LEONI (cave).....	97
Figura 37 - Layout LEONI (edifício B).....	98
Figura 38 – Instrução de Trabalho IT 3352-11 (1/6).....	99
Figura 39 - Instrução de Trabalho IT 3352-11 (2/6)	100
Figura 40 - Instrução de Trabalho IT 3352-11 (3/6)	101
Figura 41 - Instrução de Trabalho IT 3352-11 (4/6)	102
Figura 42 - Instrução de Trabalho IT 3352-11 (5/6)	103
Figura 43 - Instrução de Trabalho IT 3352-11 (6/6)	104
Figura 44 - Formação LPMCS (1/2)	105
Figura 45 - Formação LPMCS (2/2)	106
Figura 46 - Instrução de trabalho IT 3433-11 antes da alteração.....	107
Figura 47 - Instrução de trabalho IT 3433-11 depois da alteração.....	108
Figura 48 - Standard de afinação das ferramentas (1/2).....	109
Figura 49 - Standard de afinação das ferramentas (2/2).....	110
Figura 50 - Exemplo de monitorização de sucata (1/2).....	111
Figura 51 - Exemplo de monitorização de sucata (2/2).....	112

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Impacto do nível Sigma (Marques, Requeijo, Saraiva, & Guerreiro, n.d.).....	25
Tabela 2 - Sinergias entre Lean e Six Sigma, adotado de (Pyzdek, 2000)	27
Tabela 3- Organização interna em Segmentos e Linhas.....	40
Tabela 4- Análise SWOT.....	50
Tabela 5 - Project Charter	53
Tabela 6 - Índice de sucata mensal do corte correspondente a 2018	61
Tabela 7 - Dados dos pedidos de dummies em 2018	62
Tabela 8 - Peso da sucata por linha e família de material	65
Tabela 9 - Excerto da folha de registos	65
Tabela 10 - Índices dos registos nas linhas	66
Tabela 11 - Frequência de registos apenas com as duas categorias	74
Tabela 12 - Índices dos registos nas linhas após implementações.....	78
Tabela 13 - Índice de sucata mensal do corte 2019.....	84
Tabela 14 - Quadro-resumo com os resultados esperados com as medidas implementadas...	86

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

LSS – *Lean Six Sigma*

DMAIC – *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*

JIT – *Just-in-Time*

TQM – *Total Quality Management*

TPM – *Total Preventive Maintenance*

HRM – *Human Resource Management*

CTQ – *Critical-to-Quality*

SWOT- *Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats*

WIP - *Work-in-Process*

DPMO – *Defeitos Por Milhão de Oportunidades*

VOC – *Voice of Customer*

SIPOC – *Supplier-Input-Process-Output-Customer*

LP – *LEONI Portugal*

ST – *Serviços Técnicos*

LPCS - *Leoni Portugal Cutting System*

LPMCS – *Leoni Portugal Multipart Carousel System*

WPCS – *Wire Processing Communication Standard*

OEE - *Overall Equipment Effectiveness*

PVC – *Policloreto de vinil*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é descrito o enquadramento do tema, a empresa onde foi realizado o projeto e os principais objetivos que se pretendem alcançar, com recurso a uma metodologia de investigação aplicada no desenvolvimento da dissertação. Por fim, é apresentada a estrutura do documento, de modo a orientar o leitor.

1.1 Enquadramento

A contínua evolução tecnológica e crescente globalização dos serviços permitem que as empresas disponham de conhecimento e informação necessários para acompanhar o ritmo determinado pelo mercado. Este constante desenvolvimento reflete-se na evolução dos processos internos e externos das empresas, muito graças à adoção dos princípios do Lean thinking, com o objetivo de melhorar a qualidade do produto, flexibilidade de produção e o tempo de resposta ao cliente, reduzindo ao máximo os desperdícios ao longo de todo o processo produtivo (Fullerton, Kennedy, & Widener, 2014). No meio empresarial altamente competitivo, as organizações almejam a vantagem competitiva que as coloque num patamar superior em relação às demais. Esta vantagem é conseguida através da comunhão entre a excelência, que muitas organizações já detêm, nos processos internos e produtos com um conjunto diferente de habilidades que transformem a qualidade interna em o que o cliente considera valor, fomentando uma filosofia baseada no valor do cliente (Woodruff, R, 1997).

Esta filosofia de gestão pretende que as empresas mudem a sua cultura passiva e defensiva para uma cultura proativa e aberta onde residem os princípios básicos da Total Quality Management (TQM), tais como o aumento da satisfação do cliente, melhoria contínua e o envolvimento de todos os funcionários em todas as ações da empresa (Dahlgard & Dahlgard-Park, 2006).

Os trabalhos adjacentes ao projeto de dissertação irão residir na empresa LEONISCHE PORTUGAL, presente no mercado da indústria de cablagens, em que o processo produtivo incorpora o corte do fio bobinado, pré-confeção, montagem de todos os componentes até formar produto final (cablagem), teste elétrico para a verificar a funcionalidade e qualidade da mesma, dois processos especiais: *Braiding* e *Foaming*, e, por fim, embalamento. A LEONI, como é geralmente conhecida, trata-se de uma empresa que segue a filosofia *Lean* bem como os seus princípios e, como tal, faz a sua gestão seguindo práticas internas consistentes e que se

interrelacionam, sendo estas *just-in-time* (JIT), *total quality management* (TQM), *total preventive maintenance* (TPM) e *human resource management* (HRM) (Shah & Ward, 2003).

O projeto irá basear-se na filosofia *six sigma*, suportada pela metodologia DMAIC (com as fases *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*), sem descuidar a vertente *lean* já embebida na cultura da empresa.

O desenvolvimento da metodologia *six sigma* surgiu perante a necessidade de melhorar a qualidade de produtos com elevado grau de complexidade, devido à grande quantidade de componentes que continha, o que resultava em alta probabilidade de produtos finais defeituosos (Arnheiter & Maleyeff, 2005). Esta estratégia foi criada pela Motorola, cujo nome deriva de uma medida estatística de variação (desvio-padrão de uma distribuição normal). Seguindo esta métrica, esta metodologia estabelece limites de tolerância alargados de tal modo que o número de defeitos não exceda 3,4 por milhão de unidades ou oportunidades (Chassin, 1998). Ao longo dos anos, esta filosofia de gestão tem-se expandindo a várias áreas da empresa, inclusive a áreas indiretas, não se remetendo apenas às áreas produtivas. As provas dadas e os resultados indubitavelmente positivos alcançados tornam esta metodologia poderosa, uma vez que é vocacionada para *problem solving*.

Resumidamente, a metodologia compreende as cinco fases do DMAIC em que na fase *Define* é feita uma definição clara do problema e das características críticas da qualidade que são mais importantes para o cliente. Na fase *Measure* determina-se as características mais adequadas que se pretendem melhorar e estabelece-se para cada característica o que é desempenho inaceitável ou defeito. De seguida, na fase *Analyze* faz-se uma recolha preliminar de dados a fim de avaliar o desempenho atual do processo e respetiva capacidade. É nesta fase que se analisam as causas-raiz dos defeitos ou erros (comumente designadas de *X's* ou *input variables*). Na fase *Improve* pretende-se reduzir número de defeitos ou aumentar retornos, consoante o objetivo pretendido, recorrendo a ferramentas e/ou técnicas estatísticas simples, mas poderosas. Dependendo da complexidade do problema, podem ser necessárias mais ou menos iterações de melhoria para atingir o desempenho desejado. Por fim, na fase *Control* é necessário sustar os ganhos obtidos na fase anterior (Antony & Banuelas, 2002).

A união entre estas filosofias, adotada pela empresa e adotada neste projeto, cria uma abordagem *Lean Six Sigma* (LSS), em que a empresa capitaliza os pontos fortes de ambas. Desta forma, uma organização LSS inclui os três principais princípios da gestão *lean*: maximizar operações de valor acrescentado, avaliar todos os sistemas de forma a garantir que resultam em otimização global em vez de otimização local e incorporar um processo de tomada

de decisão que tem em conta o impacto relativo no cliente; e também inclui os três principais princípios da metodologia *six sigma*: enfatizar o uso de metodologias com recurso a dados na tomada de decisões, fomentando uma abordagem mais científica, promover metodologias que visam minimizar a variação das características de qualidade e projetar e implementar um regime de educação e treino altamente estruturado transversal a toda a empresa (Arnheiter & Maleyeff, 2005).

O projeto irá debruçar-se sobre os custos de sucata gerados no processo produtivo, que representam 0.34% dos custos totais de produção, com perspetiva de reduzir estes custos. A quantificação do material de sucata gerado, os custos de retrabalho quando aplicáveis e a disponibilidade de pessoal indireto para lidar com a sucata, como uma área de reparação, são alguns dos custos que se incorre quando é gerada sucata ao longo do processo. Desta forma, o projeto foca-se nas áreas críticas do processo, a fim de se determinarem as causas-raiz da produção de sucata, para ser possível elaborar um plano de ações de melhoria com o objetivo de melhorar o desempenho da empresa. Tradicionalmente, os projetos *Six Sigma* procuram melhorar um ou um conjunto de *critical-to-quality characteristics* (CTQs), mais frequentemente aqueles que são passíveis de serem observados e facilmente quantificados, revelando savings para o projeto (Hahn, Doganaksoy, & Hoerl, 2000).

1.2 Objetivos

O objetivo principal desta dissertação será implementar um programa de melhoria *Six Sigma* em concordância com a filosofia *Lean* com o intuito de melhorar o desempenho e eficiência do processo do produtivo da LEONI. Relativamente ao projeto, pretende-se:

- Definir o problema e o âmbito do projeto;
- Identificar e priorizar as áreas de atuação do programa de melhoria;
- Indicar o desempenho atual do processo e a direção de melhoria pretendida;
- Determinar as causas-raiz do problema;

Estabelecer um plano de melhoria bem como um plano de controlo para suster os ganhos obtidos. Uma vez atingidos os objetivos sobreditos, espera-se conseguir:

- Reduzir a produção de sucata nas áreas críticas do processo;
- Aumentar a eficiência;
- Diminuir a diferença de inventário existente.

1.3 Metodologia de Investigação

Para realizar esta dissertação será utilizada a metodologia de investigação *case study*. Esta metodologia é definida como uma estratégia para fazer pesquisa que envolve uma investigação empírica de um fenómeno contemporâneo particular dentro do seu contexto de vida real usando múltiplas fontes de evidência (Robson, 2002). Esta estratégia tem a capacidade de gerar respostas às questões “*why?*”, “*what?*” e “*how?*” (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009), que irá ao encontro do propósito do tema desta dissertação da redução de sucata, podendo ser uma forma válida de explorar e questionar teoria existente e sugerir novas hipóteses.

A filosofia de investigação a adotar será pragmatismo pois o que deve definir a filosofia é a pergunta de investigação, desta forma uma abordagem pode ser mais adequada em detrimento de outra para responder a questões particulares (Saunders et al., 2009). A abordagem indutiva irá predominar no projeto uma vez que se formulará teoria explicativa partindo da recolha e análise de dados. Visto que a metodologia de investigação será *case study*, é provável que com esta haja necessidade de utilizar várias fontes de dados independentes para corroborar resultados da pesquisa (*Triangulation*). Devido à restrição temporal intrínseca ao projeto, o horizonte temporal é *cross-sectional*.

1.4 Estrutura da dissertação

Este documento encontra-se dividido em seis capítulos. No presente capítulo é feito o enquadramento teórico ao tema e os objetivos propostos a seguir.

No segundo capítulo é elaborada uma revisão crítica da literatura relevante, com incidência principal no Lean Six Sigma. Para fundamentar detalhadamente o LSS, as filosofias Lean Manufacturing e Six Sigma foram também revistas. Além disso, o ciclo DMAIC e as respetivas fases bem são abordadas, bem como as ferramentas associadas à metodologia.

O terceiro capítulo destina-se inteiramente à empresa onde o projeto foi desenvolvido. O contexto histórico, a ocupação geográfica, a estrutura organizacional, política e valores, produtos e sistema produtivo são os tópicos desenvolvidos.

O quarto capítulo contempla uma descrição profunda do problema-alvo de investigação, seguida de uma análise crítica onde se realçam os pontos positivos e negativos, recorrendo a uma análise SWOT.

O quinto capítulo aborda a metodologia DMAIC e, pormenorizadamente, as atividades próprias a desenvolver em cada uma das fases do ciclo desde a definição do projeto, recolha de dados

alusivos à situação atual, análise, proposta e implementação de ações de melhoria e, por fim, resultados alcançados e monitorização do sistema.

O sexto e último capítulo apresenta as considerações finais do trabalho desenvolvido e orienta o leitor para trabalhos futuros com oportunidades de melhoria.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo pretende fazer uma revisão bibliográfica das duas filosofias escolhidas, onde se acredita que a comunhão entre elas produzirá resultados significativos e eficazes no processo de sucata. A metodologia *Lean Six Sigma* envolve duas ideologias, *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*, com propósitos convergentes. Depois de uma breve caracterização das filosofias promotoras do *Lean Six Sigma*, são detalhadas as principais ferramentas utilizadas no projeto, associadas às filosofias referidas.

2.1 *Lean Manufacturing*

O termo *Lean Production* foi primeiramente denominado no livro amplamente conhecido “The machine that changed the world” ((Womack, Jones, & Roos, 1990)), surgiu como um conceito revolucionário onde o foco recai na procura da melhoria contínua do processo produtivo, por eliminação de desperdícios, isto é, eliminar atividades que não acrescentam valor ao produto, e tornar a empresa subsistente, produzindo mais com menos recursos e apenas nas quantidades necessário. Segundo Ohno (1988) uma revolução na consciência é indispensável para a mudança do paradigma industrial onde se produz apenas as quantidades exigidas pelo cliente. No entanto, afirma que para essa mudança cultural é preciso ter uma compreensão profunda das situações que conduzem aos desperdícios.

O pensamento *Lean* centra-se no cliente, em que é criterioso estabelecer aquilo que o cliente define como valor acrescentado, ou seja, características adjacentes ao produto pelas quais está disposto a pagar. Inclusive, a maioria das empresas pode aumentar substancialmente o volume de vendas, gerando maior riqueza, se encontrar um mecanismo para repensar o valor dos seus principais produtos para os seus clientes (Womack & Jones, 1996).

Evocando a segunda lei da termodinâmica, um processo padronizado tenderá para um estado caótico se o deixarmos isolado. Numa outra perspetiva significa que, para um processo não entrar em declínio, precisa de ser controlado e melhorado continuamente, inculcando a disciplina que embarga nesta filosofia, com o empenho e envolvimento de todas as pessoas da empresa (Rother, 2010).

2.1.1 Tipos de desperdício

Dado o tema da dissertação se relacionar com produção de sucata torna-se relevante elaborar uma revisão literária dos desperdícios vastamente escrutinados pela filosofia *Lean*, uma vez

que, diretamente ou indiretamente, se incorrem em todos eles, sendo uns mais notórios que outros, como se poderá comprovar ao longo do documento.

Desperdício, ou *Muda* na linguagem nipónica, na definição da Toyota é tudo o que leva tempo mas não acrescenta valor para o cliente (Liker, 2004). Isto é, atividades inúteis que prolongam os prazos de entrega, causa movimentação extra para obter peças ou ferramentas, criam excesso de inventário, ou resultam em qualquer tipo de espera.

“*Waste is a crime against society more than a business loss*”(Ohno, 1988). Além disso, Ohno (1988) é imperativo a afirmar que a eliminação dos desperdícios deve ser o primeiro objetivo das empresas, porque só através da erradicação dos mesmos é possível aumentar a eficiência de um processo produtivo.

A Toyota identificou sete grandes tipos de desperdício, que não se restringem apenas a processos produtivos, podendo também serem aplicados às áreas indiretas (Liker, 2004):

1. Sobreprodução: produzir mais do que o cliente interno e externo necessitam e produzir antecipadamente das necessidades dos mesmos (Mitchell, 2004). Ohno (1988) afirma que este tipo de desperdício é o mais impactante pois conduz a excesso de inventário, movimentos, transportes e trabalho, derivados da quantidade excessiva produzida e do tratamento que requer.
2. Esperas: todos os tempos inoperáveis, resultantes de esperas de material, atrasos, avarias, *setups* ou *bottlenecks*, que provocam inatividade nos operadores.
3. Transporte: todo o tipo de deslocações dos vários estados de material desde matérias-primas até produtos acabados, gerando consumo de recursos importantes.
4. Sobreprocessamento: ou processamento incorreto, sempre que se realizam etapas do processo desnecessárias ou o processamento é ineficiente devido ao uso incorreto das ferramentas, falta de formação dos operadores, que conduz a defeitos no produto. Conferir maior qualidade ao produto do que à deseja também gera desperdício (Liker, 2004).
5. *Stock*: para Liker (2004), o excesso de matérias-primas, WIP ou produto acabado causa *lead times* mais longos, além da obsolescência dos produtos e suscetibilidade de se danificarem que se traduzem em perdas de capital para a empresa. O excesso de inventário esconde diversos problemas como produção não balanceada, incumprimento de prazos de entrega ao cliente, defeitos, avarias dos equipamentos e longos *setups*.

6. Movimentações: todo o tipo de movimentos desperdiçados pelos operadores na procura e alcance de peças ou ferramentas, ou seja, todas as perdas que não contemplam no decurso normal do seu trabalho para efetivamente acrescentar valor.
7. Defeitos: inconformidades nos produtos refletindo-se em problemas de qualidade. Reparações ou retrabalho, sucata, produção para reposição resultante da insatisfação do cliente são os vários cenários que caracterizam este desperdício.

Embora não referenciado pela Toyota, Liker (2004) integrou um oitavo desperdício relativo ao não aproveitamento/utilização das capacidades do trabalhador. A contribuição dos operadores com ideias e oportunidades de melhoria deve ser uma realidade, dado que este é a pessoa de contacto diário com o processo. Este desperdício acontece também ao nível da gestão, na carência de análise dos *outputs* fornecidos pelo processo. Na Figura 1 estão sumariados os oito desperdícios descritos anteriormente



Figura 1 - Oito desperdícios

2.1.2 Princípios *Lean Thinking*

Incluído na produção *Lean*, o pensamento *Lean* tem como objetivo a procura incessante da melhoria, com a eliminação até dos mais ínfimos desperdícios. Womack & Jones (1996) definem cinco princípios que constituem e resumizam o pensamento *Lean*:

- Valor: definição clara e precisa do que representa valor na perspetiva do cliente final. O valor pelo qual o cliente está disposto a pagar por um produto, sob a forma de uma característica ou funcionalidade. Esta definição é de importância extrema pois todas as atividades que não culminam em valor acrescentado para o consumidor são

consideradas de desperdício. Desta forma, o foco do que é valor não pode ser perdido de vista desde o início até ao fim do processo.

- Cadeia de valor: identificação de todas as atividades envolvidas num sistema, para a produção de um produto. As atividades são classificadas em três categorias, mediante a definição de valor prévia. Assim, existem as atividades que acrescentam valor, atividades que não acrescentam valor e devem ser eliminadas do processo, e as atividades que embora não acrescentam valor são necessárias para a transformação do produto.
- Fluxo: criação de um fluxo contínuo de produção. A transformação das matérias-primas até produto acabado deve seguir a produção *one piece flow*, sem incorrer em qualquer um dos desperdícios referidos na secção anterior.
- Produção *pull*: fornecer aos clientes os produtos exigidos apenas quando estes são pedidos, na quantidade requerida. Permitir que o cliente puxe o produto/serviço do fluxo de valor elimina os seguintes tipos de desperdícios: obsolescência de produtos, produtos acabados, inventários, sistemas elaborados de rastreamento de informações/inventário e “sobras” de material que ninguém deseja (Mitchell, 2004). Com este princípio, ao longo do processo produtivo, o processo imediatamente antes só produz quando o processo a jusante necessita. Contrariamente à produção *push*, a produção só inicia quando o cliente encomenda o produto, produzindo no momento certo e na quantidade certa, sem qualquer excesso material.
- Perseguir a perfeição: uma empresa com o pensamento *Lean* estabelece os seus patamares na perfeição. A ideia de gestão da qualidade total é de sistematicamente e continuamente eliminar a causa-raiz da má qualidade, ultimando alcançar o objetivo de zero defeitos (Mitchell, 2004). O segredo das empresas para o sucesso é a constante insatisfação com a condição atual do seu sistema e procurar novos métodos e alternativas para melhorar passo a passo.

Na Figura 2 estão esquematizados os cinco princípios do *Lean Thinking*.

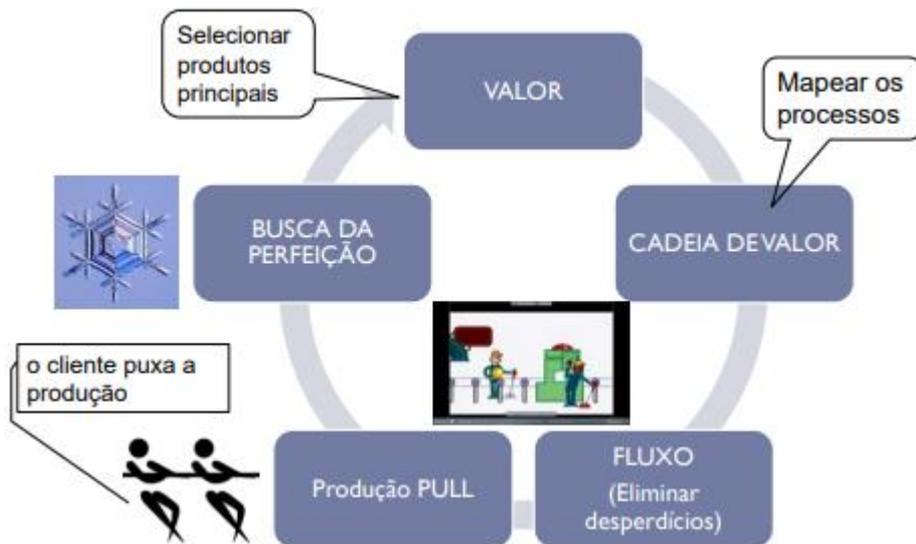


Figura 2 - Princípios *Lean Thinking*

2.2 *Six Sigma*

A metodologia *Six Sigma* foi originalmente desenvolvida na *Motorola*, na década de 80, com o objetivo de elevar a competitividade da empresa, tornando-a capaz de enfrentar os concorrentes, que fabricavam produtos de maior qualidade a preços inferiores (Werkema, 2006). Anos mais tarde, o trabalho foi reconhecido com a atribuição do prémio de excelência norte-americano *Malcolm Baldrige National Quality Award*, em que esta filosofia ficou conhecida como a responsável pelo sucesso da empresa. A influência positiva do *Six Sigma* levou a que outras empresas de renome como *General Electric*, *Honeywell*, *Sony*, *Caterpillar*, entre outras, reclamassem benefícios financeiros substanciais pela adoção deste programa, que se revelou uma tendência crescente no meio industrial (Desai, 2006).

Six Sigma pode ser definido como ‘*an organized and systematic method for strategic process improvement and new product and service development that relies on statistical methods and the scientific method to make dramatic reductions in customer defined defect rates*’ (Linderman, Schroeder, Zaheer, & Choo, 2003). De outro ponto de vista, o *Six Sigma* integra o desempenho do negócio, medidas do processo e métricas do projeto num processo sistemático de tal modo que os cargos de chefia possam gerir a empresa quantitativamente e transformar a estratégia de negócio em tarefas calculáveis (Barney, 2002).

Até aos anos 90, a letra grega Sigma (σ) era entendida somente como uma medida de variabilidade intrínseca ao processo, designada desvio-padrão, para restringir os defeitos do processo para 3,4 por milhão de oportunidades, dpmo (Tabela 1). No entanto, durante as últimas duas décadas, evoluiu de uma técnica estatística *problem-solving* para se tornar numa estratégia

de gestão e, ultimamente, uma filosofia de melhoria de processos refinada (M. V. Sunder, Ganesh, & Marathe, 2018). Mais do que uma medida estatística, o *Six Sigma* não se foca apenas na redução da variabilidade do processo e de defeitos, mas também fomenta a criação de uma mentalidade de pensamento sobre o processo nas organizações (V. Sunder & Antony, 2015).

Tabela 1 - Impacto do nível Sigma (P. A. Marques, Requeijo, Saraiva, & Guerreiro, n.d.)

Sigma	DPMO	Custo não qualidade	Classificação
6	3,4	<10% de vendas	Classe mundial
5	233	10-15% de vendas	
4	6.210	15-20% de vendas	Médio
3	66.807	20-30% de vendas	Não competitivo
2	308.537	30-40% de vendas	
1	690.000		

Embora se tenha originado em ambiente produtivo, existem evidências na literatura que o *Six Sigma* tem sido adotado e aplicado fora deste meio, com vários relatos de sucesso no setor dos serviços (M. V. Sunder et al., 2018).

2.3 *Lean Six Sigma*

Apesar da possibilidade do termo *Lean Six Sigma* (LSS) ter sido usado antes, não existem evidências concretas encontradas na literatura até 2002. Assim, o termo LSS foi introduzido primariamente no livro “*Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*” (M. V. Sunder et al., 2018). O termo LSS surgiu para albergar as filosofias, contribuindo com os aspetos positivos de ambas, numa relação de complementaridade (Sheridan, 2000).

Segundo Arnheiter and Maleyeff (2005), as empresas *Lean* devem fazer uso dos dados quantitativos na tomada de decisões e usar metodologias que promovem uma abordagem mais científica para a qualidade. Por exemplo, quando ocorrem problemas de qualidade num sistema de gestão *Lean*, os defeitos provavelmente são identificados internamente por meio de um sistema à prova de erros, como zero defeitos. Quando acontecem, incorre-se em desperdício de várias maneiras. Primeiro, a perda de oportunidade para a produção do componente, uma vez que os tempos de operação estão sincronizados com a procura por via do sistema *pull*. Segundo, custo suplementar de retrabalho ou sucata. Terceiro, disponibilidade de pessoal para tratar dos custos enunciados no segundo ponto. A Figura 3 esquematiza em que etapas de um processo atuam as filosofias *Six Sigma* e Zero Defeitos, sendo esta última derivada do pensamento *Lean*.

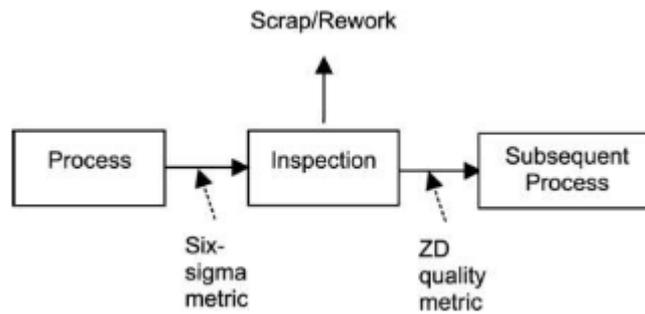


Figura 3 - Índices de medição típicos das filosofias *Six Sigma* e Zero Defeitos (Arnheiter & Maleyeff, 2005)

Antony (2011) recolheu várias perspetivas de profissionais no campo relativamente à comunhão destas filosofias, como o Professor T.N. Goh, da Universidade Nacional de Singapura, que afirma que ambas filosofias *Lean* e *Six Sigma* conduzirão a melhoria de qualidade e maior competitividade do negócio. Já o Professor Sung Park, da Universidade Nacional de Seul, refere que ambas filosofias enfatizam o fluxo do processo. Mais afirma que o *Lean* se foca no fluxo do processo com mínimo desperdício e a pensamento de aumentar a produtividade, e o *Six Sigma* foca-se no fluxo do processo com mínima variação. *Lean* almeja reduzir os custos por eliminação de todos os tipos de atividades que não acrescentam valor, enquanto *Six Sigma* reduz os custos retirando sistematicamente os custos de má qualidade dos processos.

Holisticamente, todos os projetos em que o objetivo primordial é a melhoria são, efetivamente, projetos LSS, independentemente da forma que esta é alcançada. Dependendo da natureza do problema, naturalmente, as técnicas e ferramentas associadas às filosofias *Lean* e *Six Sigma* devem ser dominantes (Snee, 2010). Na Figura 4 encontram-se escalonados os tipos de necessidades de melhoria comumente encontrados nas organizações.

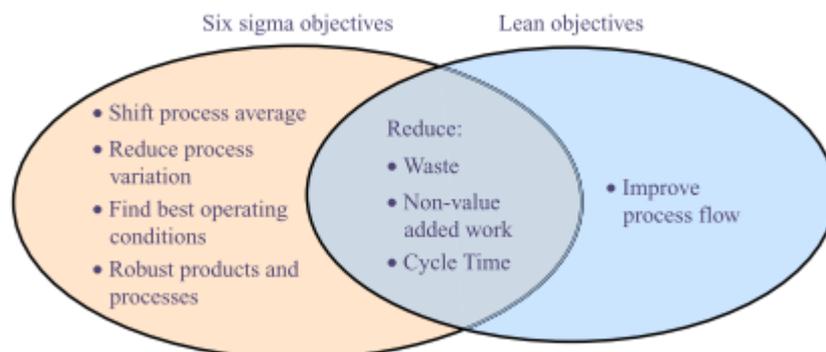


Figura 4 - Objetivos de melhoria e necessidades de uma organização (Snee, 2010)

2.3.1 Sinergias entre *Lean* e *Six Sigma*

Vários autores reiteram a complementaridade entre ambas as filosofias. Uma foca-se na redução de desperdícios mantendo visando o pináculo do sistema produtivo, enquanto a outra disponibiliza meios e ferramentas para eliminar esses desperdícios de maneira mais metódica e formal (Pacheco, Pergher, Vaccaro, Jung, & Caten, 2015).

Da pesquisa elaborada por Pacheco et al. (2015), é possível inferir a possibilidade de criar um modelo único combinando as duas metodologias e a razão a complementaridade entre elas. Seguindo o estudo, a metodologia *Lean* por si só carece de ferramentas específicas para alavancar todo o seu potencial de acordo com a complexidade do problema em análise (Pacheco et al., 2015). Por outro lado, a implementação isolada do *Six Sigma* foca-se na redução da variação, que necessariamente não implica o foco nos requisitos do cliente, podendo perder-se de vista o cliente (Pepper & Spedding, 2010).

A Tabela 2 sumariza a relação entre os passos do pensamento *Lean*, juntamente com as ferramentas *Six Sigma* que podem auxiliar a realização de cada tarefa.

Tabela 2 - Sinergias entre *Lean* e *Six Sigma*, adotado de (Pyzdek, 2000)

Lean	Six Sigma
Establish methodology for improvement	Policy deployment methodology
Focus on customer value stream	Customer requirements measurement, cross-functional management
Use a project-based implementation	Project management skills
Understand current conditions	Knowledge discovery
Collect product and production data	Data collection and analysis tools
Document current layout and flow	Process mapping and flowcharting
Time the process	Data collection tools and techniques, SPC
Calculate process capacity and Takt time	Data collection tools and techniques, SPC
Create standard work combination sheets	Process control planning
Evaluate the options	Cause-and-effect, FMEA
Plan new layouts	Team skills, project management
Test to confirm improvement	Statistical methods for valid comparison, SPC
Reduce cycle times, product defects, changeover time, equipment failures, etc.	Seven management tools, seven quality control tools, design of experiments

Além das melhorias patenteadas pela aliança de ambas as metodologias e dos fatores críticos do sucesso de uma abordagem *Lean Six Sigma*, existem vantagens sobre outras metodologias de melhoria de processos (V. Sunder, 2013):

- Abordagem estruturada para eliminar a causa-raiz do problema;
- Envolvimento dos *stakeholders* em todas as etapas do plano estratégico;
- Combinação de abordagem estatística com *Gemba walk*;
- Melhorias inovadores e sustentáveis para satisfação dos clientes;
- Trabalho de equipa e envolvimento;

- Fácil de documentar e partilha das boas práticas;
- Quebra barreiras intersetoriais;
- Melhora o fluxo produtivo;
- Reduz o desperdício e variação do processo e;
- Abordagem de implantação sistemática.

Por fim, a complementaridade entre os pontos de vista das filosofias é ilustrada na Figura 5, onde impera a vantagem competitiva da abordagem *Lean Six Sigma*.

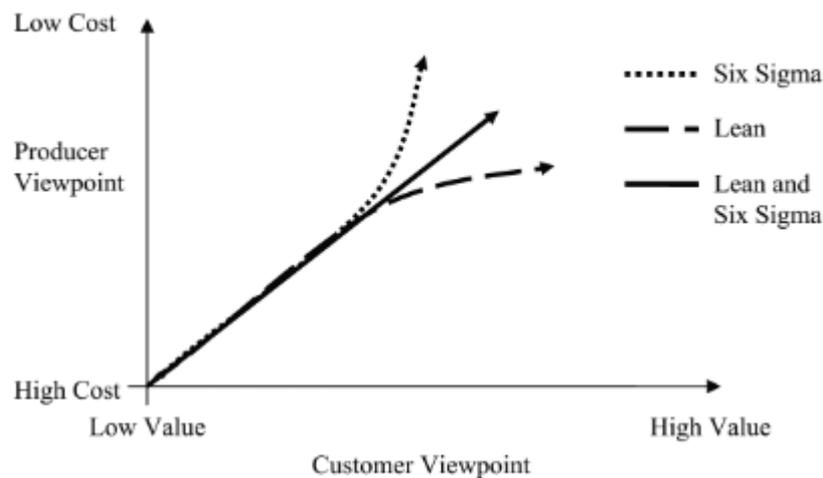


Figura 5 - Vantagem competitiva de cada um das filosofias (Arnheiter & Maleyeff, 2005)

2.3.2 Implementação das filosofias *Lean* e *Six Sigma* em contexto nacional

Apesar da falta de estudos para quantificar o uso de metodologias de melhoria contínua nas empresas em Portugal (*Kaizen*, *Lean*, *Six Sigma* e *LSS*), é-lhes reconhecida a relevância nos resultados das organizações, sendo de importância crítica a implementação das mesmas (Fonseca & Domingues, 2018).

Segundo os resultados do estudo realizado por Fonseca & Domingues (2018), as metodologias *Lean* e *Six Sigma* são mais comumente adotadas na indústria do que nos serviços, em estados mais desenvolvidos de implementação em empresas certificados pela ISO 9001:2015. Por outro lado, os resultados sugerem que o espectro de ferramentas utilizadas pelas empresas não potencializa as atividades de melhoria, pelo que não beneficiam plenamente do uso destas metodologias.

Concretamente, um *case study* foi conduzido numa empresa portuguesa transformadora de alumínio, onde a adoção da metodologia *Six Sigma*, baseada no ciclo DMAIC, reduziu significativamente a percentagem de rejeições, bem como da componente financeira com poupanças significativas que permitem recuperar o investimento no curto prazo.

A generalidade dos autores reitera a escassez de informação em relação à adoção do *Six Sigma* em Portugal. Desta forma, a contribuição para o enriquecimento desta temática a nível nacional é imprescindível que todos os estudos, iniciativas ou projetos desenvolvidos sejam documentados e reportados.

Os dados encontrados sobre esta temática revelam que o *Six Sigma* ainda tem pouca expressão em Portugal, no entanto, as empresas demonstram bom interesse (P. Marques & Matthé, 2017).

2.4 Ciclo DMAIC

Esta abordagem à filosofia *Lean Six Sigma* será com recurso à metodologia *problem-solving* DMAIC. O acrónimo deriva da designação inglesa das fases deste ciclo *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*. Este ciclo usa ferramentas matemáticas, estatísticas, de engenharia e gestão para melhorar os processos de modo sequencial, ainda que a equipa do projeto possa ter de passar por várias iterações até que todos os objetivos sejam atingidos (Kumar, Crocker, Chitra, & Saranga, 2006).

De seguida são apresentados conteúdos teóricos de cada fase e o papel que desempenham no sucesso do projeto.

2.4.1 Fase *Define*

Nesta primeira fase do ciclo DMAIC é acordado o âmbito do projeto, os objetivos e metas de desempenho/financeiras (Chen & Lyu, 2009). De acordo com Kumar et al. (2006), os objetivos podem ser organizacionais a nível estratégico, aumentar o *output* a nível operacional, diminuir o número de defeitos a nível do projeto ou atingir um requisito do cliente específico.

Tipicamente, o problema é identificado, a equipa multidisciplinar é formada assim como os recursos necessários são estabelecidos.

Chen & Lyu (2009) e Kumar et al. (2006) definem um conjunto de atividades a desenvolver nesta primeira etapa:

- Identificar o que é importante para o cliente, análise da VOC (*Voice of Customer*);
- Identificar os parâmetros CTQ (*Critical-to-Quality*), ou seja, traduzir as necessidades do cliente em requisitos de qualidade internos;
- Definir claramente o problema, recorrendo a uma declaração do mesmo;
- Identificar oportunidades de melhoria e;
- Definir objetivos e avaliar impactos financeiros e benefícios do projeto.

2.4.2 Fase *Measure*

Durante esta fase do ciclo DMAIC, várias métricas para medir o desempenho do processo são estabelecidas, recorrendo frequentemente a gráficos e tabelas como estatística descritiva para medir os *outputs* críticos e identificar características específicas (John, Meran, Roenpage, & Staudter, 2008). O objetivo principal é compreender completamente o estado atual do processo, com recurso à recolha dados confiáveis que serão usados para expor as causas subjacentes ao problema (Chen & Lyu, 2009). Os indicadores medidos devem ser criteriosos, consoante a natureza do projeto em estudo, de forma a permitir análise dos dados obtidos e desencadear ações. As principais atividades desta fase, segundo Chen & Lyu (2009) são:

- Mapear o processo, realçando os processos críticos que influenciam o problema;
- Analisar o sistema de medição, isto é, verificar a adequabilidade das métricas que medem o desempenho do processo;
- Recolher dados relevantes para quantificar o processo e;
- Identificar as características CTQ mensuráveis que requerem melhorias.

2.4.3 Fase *Analyze*

Fazendo jus ao nome, nesta fase é feita uma análise do porquê de o desempenho do processo não estar ao nível do que o cliente pretende. Isto é, são identificados os problemas e geradas soluções para alcançar os objetivos definidos no *Define*. Os dados recolhidos no *Measure* são usados para identificar as fraquezas do processo. Com esta definição dos problemas e das fraquezas adjacentes, pretende-se chegar à causa-raiz onde serão tomadas ações para solucionar os mesmos (Kumar et al., 2006). Com especial foco nos *inputs* e processos que conduzem aos *outputs*, conforme Kumar et al. (2006), as seguintes atividades são realizadas rotineiramente nesta fase:

- Identificar problemas;
- Aferir o impacto dos problemas nos requisitos do cliente e parâmetros de qualidade;
- Priorizar problemas;
- Identificar causas-raiz e;
- Gerar soluções para eliminar os problemas identificados.

2.4.4 Fase *Improve*

O conhecimento adquirido nas fases anteriores do ciclo DMAIC é usado para resolver os problemas, implementando soluções inovadoras para eliminar a lacuna entre o estado atual e o

estado desejado do sistema, de forma a alcançar o objetivo (Kumar et al., 2006). Descortinar que fatores podem entregar os melhores valores possíveis para o projeto, desenvolver um plano para implementar mudanças no processo, acompanhar as mudanças para verificar a melhoria alcançada e institucionalizar as mesmas no sistema são as tarefas realizadas nesta fase (Cox, Gaudard, Ramsey, Stephens, & Wright, 2010).

2.4.5 Fase *Control*

Conforme Kumar et al. (2006), as melhorias alcançadas ao longo do ciclo são consolidadas de maneira a sustentar os ganhos. As alterações ao processo são documentadas e disponibilizadas para toda a organização. O objetivo primordial desta fase é garantir que as melhorias não se desvanecem com o tempo. As melhorias no processo são mantidas através da criação de controlos no processo que evitam a possível recorrência de problemas futuros.

2.5 Ferramentas usadas no ciclo DMAIC

Esta secção apresenta todas as ferramentas, associadas ao LSS e ao ciclo DMAIC, empregues neste projeto. O recurso a estas técnicas e ferramentas visa um desenvolvimento sequencial, lógico e eficaz do projeto, com o foco sempre presente no sucesso deste.

2.5.1 *Project Charter*

O *project charter* é o documento central da fase Define e sumariza toda a informação essencial no início do projeto (Staudter et al., 2013). Esta ferramenta funciona como uma planificação do projeto onde consta uma definição clara e transparente do problema e as motivações que levaram ao desenvolvimento do mesmo. O principal objetivo é definir o âmbito e as variáveis do projeto de forma a que a equipa esteja em sintonia quanto aos objetivos pretendidos.

2.5.2 Diagrama SIPOC

A ferramenta SIPOC suporta a análise de um sistema incluindo os elementos envolvidos (Friedli, Basu, Bellm, & Werani, 2013). Além da simplicidade desta ferramenta, é fácil de usar pelos funcionários a qualquer nível da empresa, promove uma melhor compreensão do trabalho, que e fornece meios para otimizar a carga de trabalho, aumentar eficiência e reduzir desperdícios (Corbett, 2014).

Segundo Friedli et al. (2013), conduz o observador através do processo completo, desde os fornecedores até aos clientes, e fornece uma visão geral das etapas individuais do processo (Figura 6).

Esta ferramenta é normalmente usada no *Define*, cujo acrónimo refere-se aos seguintes conceitos:

- S – *Supplier* – Todos os fornecedores internos e externos do processo;
- I – *Input* – Indica os inputs necessários para que o processo obtenha o produto final;
- P – *Process* – O processo responsável pela transformação dos *inputs* em *outputs*;
- O – *Output* – Resultado do processo;
- C – *Customer* – Recetor final do *Output*.

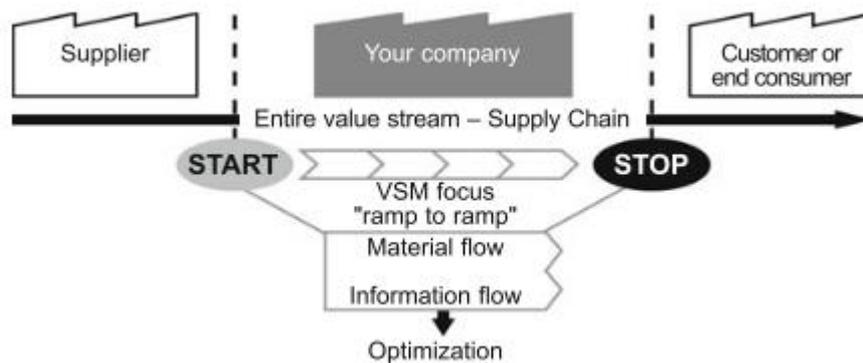


Figura 6 - Visão global do diagrama SIPOC (Staudter et al., 2013)

2.5.3 Pie chart

Estes gráficos são usados na fase *Measure*, depois de toda a recolha de dados estar efetuada. O objetivo é retratar os dados de acordo com a frequência, seja percentagens ou proporções, de uma característica discreta num gráfico em forma de “fatias (John et al., 2008).

2.5.4 Análise de Pareto

À semelhança do *pie chart*, os gráficos de Pareto são utilizados na fase *Measure*. Dado que retrata os pontos focais e define prioridades para os dados, ajuda a focar nos problemas com maior impacto, com recurso à regra 80:20 (John et al., 2008). A ideia subjacente é identificar os problemas que ocorrem com maior frequência que, por conseguinte, têm maior impacto na questão. Estes gráficos suportam a análise de Pareto, em que as barras surgem ordenadas por ordem decrescente de frequência com especial foco de investigação nas que se encontram à esquerda, Figura 7 (Friedli et al., 2013).

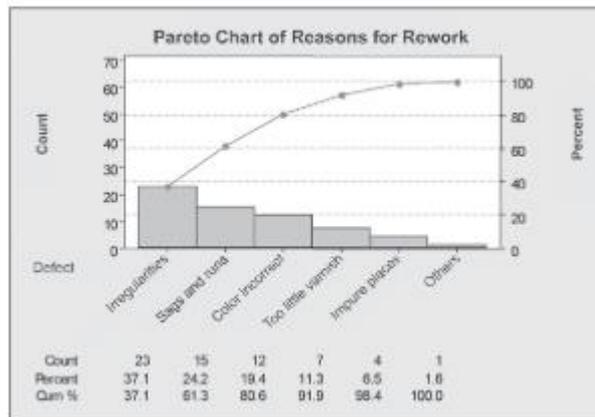


Figura 7 - Exemplo de um gráfico de Pareto (John et al., 2008)

2.5.5 Diagrama causa-efeito

O diagrama de causa-efeito, também conhecido diagrama de Ishikawa, é utilizado na fase *Analyze* aquando da identificação das possíveis causas para o resultado (efeito) (Friedli et al., 2013). As causas são enquadradas em sete categorias, designadas 7M's: *Method, Material, Machinery, Money, Measurement, Mother Nature* e *Manpower*. O preenchimento do diagrama é conduzido por uma pequena equipa através de sessões de *brainstorming*. Todas as ideias listadas são causas-raiz ou pontos de partida para uma análise mais detalhada. Desta forma, cria um entendimento partilhado na equipa sobre o problema subjacente e ajuda a identificar quem e o que está envolvido em cada tópico.

3. APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é feita uma apresentação da empresa Leonische Portugal – Indústria de Cablagens LDA., onde foi realizado o projeto de dissertação, e do seu contexto no grupo LEONI. Assim, do ponto de vista holístico, pretende-se descrever a história da organização, localização e distribuição geográfica, ramos de atividade/ unidades de negócio. De seguida, no caso específico da LEONI Portugal (como é conhecida), apresenta-se a estrutura organizacional, política interna, missão, visão e valores, produto e, por fim, o sistema produtivo.

3.1 LEONI Grupo

Os primeiros passos remontam à Idade Média quando Anthoni Fournier e seus filhos fundaram as primeiras oficinas para a produção de fios metálicos. Isto deu origem a várias empresas, ente as quais: Johann Balthasar Stieber & Sohn, em Nuremberga, Johann Philipp Stieber, em Roth e Vereinigte Leonische Fabriken, em Nuremberga.

A 23 de abril de 1917, estas três empresas fundiram-se e criaram a Leonische Werke Roth-Nurnberg AG, com fábricas em Roth e Nuremberga, sendo desde esta data que se assume a identidade LEONI.

Nos finais da década de 20, começaram a produzir fio esmaltado, em 1931 altera o nome da empresa para Leonische Drahtwerke AG e iniciam a produção de cabos com revestimento de borracha, anos mais tarde a produção de cabos isolados em PVC.

Anos posteriores à II Guerra Mundial, começou a expansão interna da empresa com fábricas em Kitzingen e Bad Koetzing, na província da Baviera, com a produção de cablagens, ainda que versões simplificadas das que presenciamos nos dias de hoje.

A partir de 1977, a empresa fez a sua primeira expansão para fora da Alemanha, inclusive para fora da Europa, com as novas fábricas de produção de cablagens na Tunísia e Irlanda, bem como de dois escritórios de vendas sediados em França e no Reino Unido.

Em 1990, a empresa faz a sua primeira aparição no continente americano com a fundação de uma filial em Chicopee, nos EUA, fruto de um rápido crescimento que começou no final dos anos 80 e que se acentuou na década de 90, transformando a média empresa alemã numa multinacional em menos de uma década.

Em 1991, inicia a produção de cablagens em Portugal, com fábrica instalada em Guimarães, continuando esta veia de crescimento, nos anos seguintes, em países como Hungria, Eslováquia, Polónia, e a integração no mercado asiático com fábricas na China e Singapura.

Em 1999, o nome da empresa sofre nova alteração para LEONI AG, funcionando apenas como *holding*, com o objetivo de administrar e controlar, ao passo que a estratégia de negócio fica da responsabilidade de três empresas (LEONI Draht GmbH & Co. KG, LEONI Kabel GmbH & Co. KG, LEONI Bordnetz-Systeme GmbH & Co. KG).

Em 2006, foi um ano de reconhecimento pelo trabalho ímpar realizado ao longo dos anos uma vez que foi premiada pelo terceiro ano consecutivo como uma das melhores empresas para trabalhar pela Corporate Research Foundation, ganhou o prêmio “Fornecedor do Ano” atribuído pela General Motors e o CEO foi nomeado “Estratega do ano” pelo Financial Times Deutschland, decisão esta baseada na análise dos dados da empresa como o valor acrescentado e a criação de emprego.

Em 2007, a aquisição da Silitherm torna a LEONI líder do mercado europeu de cabos de alta temperatura para veículos e aplicações industriais.

No ano seguinte, a LEONI adquire a divisão de cablagens do fornecedor de automóveis francês Valeo, que se tornou a aquisição mais importante da história da empresa. Com isto, a LEONI torna-se líder do mercado europeu e a quarta maior fornecedora de cablagens para a indústria automóvel do mundo.

Nestes últimos anos mais recentes da sua história, a LEONI tem vindo, progressivamente, a expandir-se na Ásia e continente americano, onde assume um papel preponderante nos mercados respetivos. Além disso, uma visão sobre o futuro e aquilo que serão as exigências do mercado global fazem parte do horizonte e realidade da LEONI, pois tem apostado no desenvolvimento de alternativas viáveis com recurso a energias renováveis, assumindo a sua responsabilidade ambiental.

Na ótica de se preparar para o futuro e de forma a manter-se competitiva, projetos, parcerias e iniciativas nas áreas da condução autónoma, eletromobilidade, fibras óticas, entre outras, estão a ser levados a cabo com recurso à crescente digitalização, convergindo com as necessidades da 4ª revolução industrial, atualmente em curso.

3.2 Localização e distribuição geográfica

Dada a relevância que a LEONI possui no mercado mundial, era impreterível a sua presença nos 4 cantos do globo, com o objetivo de fazer chegar os produtos ao mercado rapidamente e também suportar os clientes no serviço pós-venda. A Figura 8, pretende corroborar o que foi susodito no ponto anterior, no que diz respeito à progressiva expansão da companhia,

particularmente a partir de 1977, quando fez a primeira expansão para fora de território alemão, contando com mais de 60 instalações desde então.

Naturalmente, a maior concentração de estruturas é no continente europeu, onde a Alemanha contribui, inevitavelmente, em grande parte. No entanto, a globalização da LEONI atingiu patamar tal que já conta com o seu ADN em 32 países e mais de 95000 trabalhadores.



Figura 8 – Distribuição geográfica da LEONI

3.3 Produtos e Mercados

O crescimento notório e mentalidade inovadora permitem a expansão do negócio para áreas não tão convencionais. Nesta altura, o grupo LEONI conta com mais de uma dezena de ramos de atividade desde as cablagens para indústria automóvel, passando por instalações elétricas, energia e infraestruturas, aplicações médicas, equipamentos aeroespaciais, até às áreas emergentes como maquinaria e sensores, veículos especiais e toda uma panóplia de soluções que envolva fios elétricos. As áreas convencionais e mais antigas assumem o papel pelo qual a LEONI é conhecida mundialmente, mas não se cingir a um só mercado revela a cultura e ideia presentes nos quadros da empresa.

3.4 LEONI Portugal

A LEONI AG apresenta duas divisões principais: Wire & Cable Solutions e Wiring Systems, onde a LEONI Portugal (LP) pertence a esta última. Fundada em 1991, em São Cláudio do Barco, em Guimarães, esta fábrica produz cablagens para veículos comerciais, cuja Classificação das Atividades Económicas (CAE) é 29310 - Fabricação de equipamento elétrico e eletrónico para veículos automóveis. Atualmente, a empresa conta com perto de 850

trabalhadores, com um volume de negócios anual situado nos 48.500.000€. Os principais clientes da empresa são JCB, Volvo, Perkins, Cummins, Caterpillar e AGCO.

A qualidade reconhecida dos seus produtos e o *know-how* elevado que detém de todo o processo de montagem de cablagens, tornam a LP cobiçada quer internamente por outras fábricas do grupo, quer por entidades externas. Devido à exigência da indústria em que está inserida, está acreditada pela IATF 16949 e ISO 14001:2015, tornando a empresa um fornecedor de eleição pelos respetivos clientes. Estas características contribuem para um posicionamento estável em território nacional e, simultaneamente, impeça a desmobilização para outros mercados.

3.5 Estrutura organizacional

Na Figura 9, está representado um organigrama-resumo da estrutura da empresa, com os diversos departamentos e respetivos superiores.

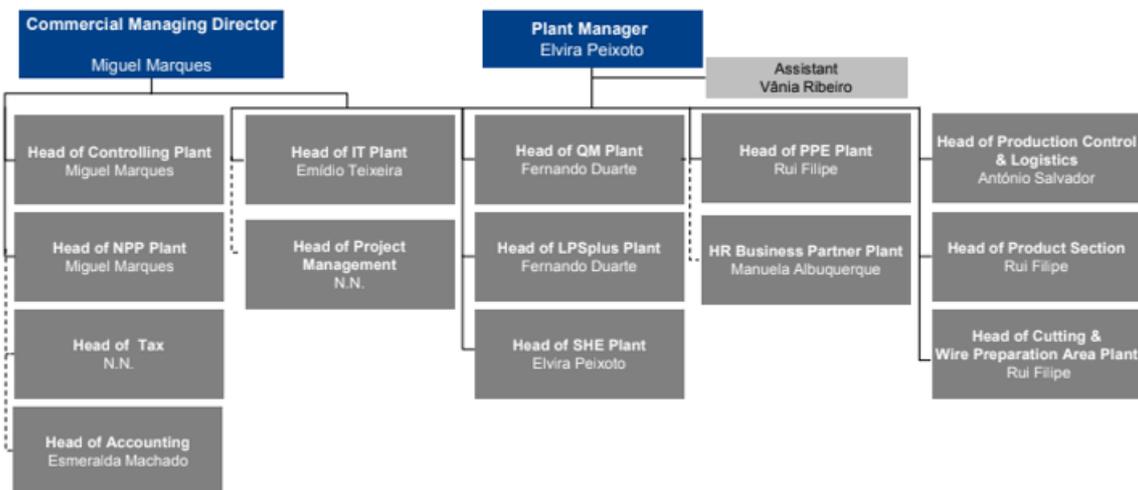


Figura 9 – Organigrama da LEONI Portugal (LEONI, 2019)

3.6 Política da empresa

O foco da LEONI é criar valor de forma sustentável e para isso, necessita de uma estratégia de sustentabilidade que seja transversal a todas estruturas, independentemente do país ou do contexto social, e assente em três pilares: crescimento empresarial sustentável, responsabilidade social e responsabilidade ecológica.

A qualidade e inovação dos produtos, a satisfação do cliente e a dedicação e compromisso de todos os trabalhadores são premissas imprescindíveis para atingir um crescimento sustentável.

Este crescimento apenas é possível implementando padrões robustos nos níveis de gestão, assegurando qualidade e serviço de excelência, aliados à produção de produtos inovadores para uso em tecnologias amigas do ambiente.

A inovação é um elemento-chave na estratégia da LEONI, uma vez que o crescimento organizacional vai ser proporcional ao sucesso das soluções criadas nas áreas da condução autónoma, digitalização, gestão de energia e mobilidade elétrica. Invariavelmente, desenvolver tecnologias compatíveis com o ambiente é o desafio da empresa, que reconhece a repercussão que algumas destas tendências podem ter no mercado global.

No que concerne à responsabilidade social, a LEONI fomenta medidas que fortaleçam a igualdade de oportunidades e permitam a adaptação a mudanças demográficas.

A vasta experiência mostra que equipas heterogéneas estão mais predispostas a desempenhar tarefas complexas. A empresa garante uma cultura de mente aberta, baseada na integração e respeito mútuo, construindo um espaço social saudável para o desenvolvimento pessoal e, conseqüentemente, desenvolvimento coletivo.

Por último, a LEONI mostra preocupação com o meio ambiente na medida em que está a criar um plano de contingência para reduzir a sua pegada ecológica e emissão de gases. A política ambiental tem um papel presente aquando da escolha dos próprios fornecedores. O objetivo primordial passa por minimizar o consumo de recursos naturais e energia, bem como reduzir, ao máximo, o impacto na biodiversidade.

Desde 2008, a LEONI tem participado no *Carbon Disclosure Project*, ao lado de outras entidades alemãs, com o intuito de recolher dados sobre a pegada ecológica, onde as emissões de CO₂ são um dos indicadores monitorizados constantemente, para que sejam elaborados planos capazes de melhorar esse indicador.

3.7 Missão, visão e valores

A LP, uma vez que pertence à *Wiring Systems Division* (WSD), partilha as mesmas diretrizes no que diz respeito aos valores, objetivos e missões. Com algumas alusões à casa do TPS do ponto de vista esquemático, a empresa define como valores básicos: soluções e serviços inteligentes, produtos e processos inovadores, excelência, digitalização e, por último, mas não menos importante, as pessoas. Além dos objetivos financeiros, existem outros objetivos intangíveis como a satisfação do cliente, diversidade, progresso da transformação e retenção e satisfação dos colaboradores. A Figura 10, pretende resumir a estratégia da casa.



Figura 10 - LEONI WSD Estratégia da casa

3.8 Produto

O produto final da LEONI Portugal tem a característica de ser feito à medida, especificamente para cada cliente, com a vantagem de ser mais leve que as da concorrência, aliás, a redução do peso da cablagem é um requisito contínuo bem como o encurtamento do tempo do processo. Atualmente, o processo de montagem da cablagem é inteiramente manual, com elevado grau de complexidade e que exige dos operadores o máximo de compreensão e concentração para que não resultem quaisquer defeitos nem tempos improdutivos, como retrabalho ou reparação. Uma cablagem é constituída por variadíssimos materiais e componentes, tais como: fios de cobre, terminais, vedantes, conetores, pinos, tubos, díodos/resistências, *brackets*, entre outros. A diversidade de cablagens e de componentes inerentes obriga a que o processo seja escrupulosamente detalhado e minucioso. Todas as tarefas de suporte ao processo de montagem tornam o processo mais fluido, com o objetivo de adicionar o máximo de valor acrescentado para o cliente.

3.9 Sistema Produtivo

Nesta secção pretende-se ter uma visão geral daqueles que são os processos produtivos necessários para a fabricação das cablagens. No entanto, pela descrição do sistema produtivo, é possível aferir a complexidade do mesmo e a pluralidade de situações que podem ocorrer,

confrontando o tema da presente dissertação. No Anexo I – Layout Leoni Portugal, encontra-se o *layout* produtivo da LEONI Portugal. Internamente, a empresa está organizada em Segmentos, sendo que o Segmento 1 abrange o corte e pré-confeção, Segmentos 2,3,4 e 7 são linhas de montagem mais teste elétrico e Segmento 5 amostras e protótipos. O *braiding* pertence ao segmento 3 (Tabela 3).

Tabela 3- Organização interna em Segmentos e Linhas

Segmentos	Linhas			
Segmento 1	Corte + Pré-Confeção			
Segmento 2	Linha 50	Linha 601	Linha 602	Tábuas Fixas (TF)
Segmento 3	Linha 319	Linha 572	Linha 679	Tábuas Fixas (TF)
Segmento 4	Linha 534	Linha 598	Linha 599	Tábuas Fixas (TF)
Segmento 5	Linha 2128			
Segmento 7	Linha 76	Linha 2780		
<p>Nota: no decorrer da dissertação aparecerá uma abreviatura do segmento e linha, por exemplo SEG2-601, que diz respeito à linha 601 do segmento 2. No caso dos postos fixos, aparecerá SEG4-TF, por exemplo.</p> <p>As tábuas fixas foram criadas apenas no presente ano, pelo que não serão apresentados dados históricos de sucata nas mesmas.</p>				

3.9.1 Corte

Esta primeira etapa do processo está dividida em dois tipos de corte: corte de fio e corte de tubo. O processo de corte é realizado por máquinas específicas para cada material, com o denominador comum de que a cada máquina está alocado um operador, com a função de inserir todos materiais na máquina (fio, tubo, terminais e vedantes), prepará-la com os parâmetros indicados e, ainda, com autonomia para pequenas manutenções. Basicamente, a máquina corta nas medidas especificadas na carta de corte, com a particularidade que no corte de fio tem duas operações adicionais: cravação, que consiste em cravar um terminal nas extremidades do fio, para posteriormente ser inserido na cavidade de um conector, e impressão, cada máquina tem uma impressora que injeta no fio de cobre um conjunto de informações que irão auxiliar no processo de montagem e, em outros casos, são requisitos do cliente.

Desta forma, os equipamentos necessários para a realização desta tarefa são a máquina de corte, com a impressora, ferramentas de cravar que são incorporadas na máquina e kit de vedantes, no caso de os fios levarem vedantes nas extremidades.

O produto final deste processo pode ter dois destinos, designados de fios diretos ou indiretos, caso vão diretamente para a produção ou vão para o processo subsequente de pré-confeção para

sofrer mais transformações, respetivamente. Esta separação é manual, sendo o operador responsável por encaminhar cada lote ao destino correto, consoante a informação presente na carta de corte. Esta tarefa é designada de *picking*.

3.9.2 Pré-Confeção

Nesta etapa de processo, os fios podem sofrer diversas operações, dependendo do papel que lhes está destinado, seja pela funcionalidade, seja por requisito do cliente. Consequentemente, os fios podem sofrer uniões ultrassónicas seguidos de uma manga retrátil posteriormente aquecida, num processo designado de *shunts*; o conjunto de fios pode ser torcido, isto é, os fios ficam entrelaçados entre si, ligados a um mesmo conetor mas em cavidades diferentes, originando *twisters*; inclui uma área onde são feitos *shirms*, ou seja, pequenos cabos composto por vários fios diferentes que vão ser aplicados na montagem da cablagem; os fios podem também ser cravados manualmente quer por exigência do cliente quer pela capacidade da máquina de corte não conseguir cravar fios acima de uma determinada secção (espessura de fio); ou ainda os conectores podem ser previamente pinados, ou seja, levarem *plugs* (pinos) nas cavidades onde não vão ser inseridos terminais, funcionando também como *poka-yoke*. Após estas atividades estarem concluídas, procede-se ao 2º *picking*, em que são distribuídos por cada abastecedor de linha de montagem todos os materiais necessários para a construção das cablagens, ou seja, os materiais provenientes do corte e pré-confeção e os componentes vindos do armazém.

3.9.3 Montagem

A complementaridade de tarefas desenvolvidas no 2º *picking*, juntamente com os abastecedores de linha, permite que os operadores de montagem disponham de todos os materiais necessários para construir a cablagem.

As tábuas de montagens, como a que está representada na Figura 11, estão fixadas sobre uma estrutura giratória, comumente designada de carrossel, onde são montadas as cablagens. A velocidade com que o carrossel se movimenta tem a particularidade de marcar o tempo para a produção da cablagem, uma vez que esta fica pronta ao fim de uma volta completa (em alguns casos de cablagens mais pequenas apenas meia volta).

A tábua de montagem é de elevada complexidade pois contém todas as informações e instruções para proceder à correta montagem da cablagem, desde que porção da cablagem deve levar *braiding*, fita preta ou outro material, em que cavidades dos diferentes conectores devem levar terminal e pinos, a própria disposição da cablagem com auxílio das forquilhas para segurarem

os ramos da cablagem, entre outras. Assim que a cablagem esteja concluída, é colocada em ganchos e é impressa uma etiqueta com a informação da próxima etapa do processo: teste elétrico.



Figura 11 – Tábua de montagem de uma cablagem AGCO

3.9.4 Teste elétrico

Nesta fase do processo, as cablagens são testadas eletricamente em mesas de teste elétrico bastantes diferentes consoante o cliente, dado que os componentes das cablagens diferem e, desta forma, são necessários módulos de teste específicos, sobre os quais os componentes vão encaixar (Figura 12).

Um operador está afeto a uma mesa de teste, cujas tarefas englobam desde conectar toda a cablagem na mesa, eliminar inconformidades e fazer alguns acabamentos determinados pelo programa, e por último, retirar a cablagem, imprimir etiqueta que confirme a aprovação do teste e colocá-lo no gancho de cablagens testadas e prontas para embalar.

Resumidamente, esta fase corresponde à inspeção final da cablagem onde a empresa garante a qualidade do produto final, visto que são detetadas potenciais anomalias resultantes do erro humano embebido no processo de montagem.



Figura 12 - Mesa de teste elétrico

3.9.5 Reparações

Neste posto são feitas as reparações que não foram possíveis efetuar no teste elétrico, como trocas de polos ou terminais mal inseridos nas cavidades. Todas as inconformidades devem estar devidamente identificadas com uma etiqueta vermelha, para que se possa proceder eficazmente ao retrabalho da cablagem. Assim que a reparação esteja concluída, a cablagem reparada, e identificada como tal, é devolvida à mesa para que o teste elétrico seja repetido até que não assinala qualquer inconformidade.

3.9.6 Braiding e Foaming

Estes dois processos especiais têm a particularidade de não serem obrigatórios no fluxo do sistema produtivo. No entanto, ambos os processos conferem maior resistência física e mecânica, suscetíveis a maior torção e choque, o que aos olhos do cliente é visto como valor acrescentado ao produto, sendo que maioritariamente exigido pelo mesmo.

No caso de a cablagem passar pela etapa de *Foaming*, um segundo teste elétrico é exigido para conferir se nenhum detalhe da cablagem ficou danificado durante o processo.

3.9.7 Embalamento

Na etapa terminal do processo produtivo, as cablagens são atadas segundo uma instrução técnica dependente do cliente e do tamanho. A colocação das cablagens em caixas atende, mais uma vez, às exigências do cliente, podendo ser colocadas em caixas de cartão ou caixas

específicas. Por último, as caixas são transportadas, com recurso a um porta-paletes, para a zona de expedição, depois da leitura do código de barras que indica o final da ordem de produção.

3.9.8 Protótipos e Amostras

Este setor é responsável pela realização das primeiras ordens de novos projetos de forma a aperfeiçoar o processo de montagem, antes de serem produzidos em grandes quantidades na produção. Desta forma, na linguagem corriqueira é também designado de pré-produção. Além da produção de protótipos, as primeiras amostras e relatório de inspeção compõem um conjunto denominado I.S.I.R.

O protótipo diz respeito a uma cablagem destinada a testes no cliente, com o objetivo de validar todo o processo intrínseco. Tratando-se de uma primeira amostra, não existem programas de teste elétrico próprios pelo que é necessário efetuar-lo manualmente de acordo com o desenho técnico. Este ensaio manual é imprescindível para aprovação do programa de teste elétrico para quando essa referência seja produzida em série.

As amostras podem ser devolvidas pelo cliente sempre que estes efetuarem alguma alteração que afete o processo. Este constante fluxo de informação e material revela-se economicamente atrativo para a empresa pois o cliente está disposto a pagar qualquer alteração por ele exigida.

4. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo pretende-se escrutinar a situação atual da empresa relativamente ao tema de sucata, desde a sua definição, tipos de sucata, fases de geração de sucata, tratamento de dados, entre outros tópicos críticos no âmbito do projeto.

4.1 Projeto de Sucata

Segundo a LEONI, sucata é todo o material, seja ele matéria-prima, produto intermédio ou produto acabado, que apresenta qualquer desvio ao padrão de qualidade, isto é, qualquer defeito/inconformidade. Quando as condições dos materiais são irreversíveis ou os processos de reverter essas condições não são economicamente vantajosos, o material é considerado sucata estando proibido de ser utilizado em produção e deve ser identificado e colocado nas áreas destinadas à mesma. A sucata está presente nas várias etapas do processo, desde o corte até ao teste elétrico, e, por isso, os materiais sucitados são diferentes consoante a fase em que se encontram.

A LEONI distingue a sucata em diferentes categorias principais: Preparação das máquinas, Cravação Incorreta (Rejeições SLE carline), Impressão de fio ilegível, Intervenção nas máquinas, Erros de produção, Estudos de Capacidade, Testes de Qualidade.

4.1.1 Gestão da sucata no SEG1

O corte de fio é composto por 16 máquinas, com 1 operador por máquina, e trabalha 24h por dia dividido em 3 turnos. De forma a fornecer continuamente fio às máquinas de corte, existe uma estante com cerca de 600 posições (60 em comprimento, 5 em altura e 2 em largura) onde são colocadas as bobinas de fio, além de um armazém de fio pois, devido à diversidade de fios usados na empresa, é impossível colocar todos os tipos na estante. As posições das bobinas não são fixas e estão otimizadas de acordo com o planeamento de produção, ou seja, as máquinas que irão usar determinada gama de bobinas têm-nas perto delas, de maneira a reduzir deslocações e tempos de setup (Figura 13). Este arranjo é necessário porque as máquinas cortam diferentes amplitudes de secções de fio: até 2mm², entre 2 e 6mm² e acima de 6mm². A secção do fio deriva do cálculo matemático da fórmula $(d^2 \times \pi) / 4 \times n$, em que d é o diâmetro do filamento de cobre e n o número total de filamentos.



Figura 13 - Disposição das bobinas na estante junto às máquinas de corte

No que diz respeito aos outros *inputs* necessários ao corte, terminais e vedantes são incorporados na máquina em locais apropriados.

Antes de iniciar a produção da ordem, o operador procede à preparação da máquina, isto é, ajustar as ferramentas de cravar para os parâmetros indicados de altura de cravação, largura de cravação e força de extração. Este processo de aprendizagem da máquina é iterativo, podendo ser mais ou menos rápido dependendo da máquina em que se está a trabalhar, onde a essência do processo passa por cravar fio até que os parâmetros acima referidos se encontrem dentro das tolerâncias pré-estabelecidas. Desta forma, surge a primeira causa de sucata na aprendizagem da máquina designada preparação das máquinas.

Assim que a máquina está calibrada nos parâmetros desejados, é tirada uma amostra de 3 fios que é guardada temporariamente para comprovar que a produção foi feita dentro dos parâmetros de qualidade. Mais tarde, a amostra é sucutada, mas este processo, derivado de pertencer à indústria automóvel, é exigido pela casa-mãe.

Durante a produção do lote de fios, ocorre a segunda causa de sucata designada de cravação incorreta.

Nesta categoria enquadram-se duas situações distintas:

- Situação 1- O SLE Carline, *software* que gere a máquina de corte, deteta diversos erros como erros de cravação, erros relacionados com a impressão, vedantes, desnude, entre outros, pelo que quando ultrapassam os limites das tolerâncias a máquina corta o fio. A máquina de corte possui dois lados, lado 1 e lado 2, em que se o erro for detetado do lado 1, o comprimento do fio para sucata é menor (100mm) e é expulso pelo caleiro até

a uma caixa no fim da máquina, caso o erro seja detetado do lado 2, o fio tem praticamente o comprimento equivalente a um fio OK, mas deixando-o sem o terminal para que seja distinguível aquando da separação dos fios OK dos fios nOK.

- Situação 2- No fim da ordem estar produzida, o maço de fios passa por um processo de controlo visual por parte do operador da máquina, a fim de ver se as cravações estão aceitáveis. Existe a possibilidade de um lote de fios não ter dado erro pelo *software* e, no entanto, a cravação não estar conforme. Isto acontece quando a aprendizagem das máquinas não é estritamente cumprida, uma vez que as máquinas cortam nos parâmetros que foram “ensinadas” para cortar, mas também depende das condições dos materiais (essencialmente fio e terminais), existindo uns mais críticos que outros, dado que a empresa trabalha com fornecedores distintos, o que acrescenta variabilidade e complexidade ao processo.

Também na produção das ordens de corte, ocorrem problemas ao nível da impressão do fio. A legibilidade da impressão é da responsabilidade única e exclusivamente do operador pois o *software* não deteta quaisquer erros desta natureza. Relacionada com impressão do fio ilegível estão a velocidade com que a máquina de corte trabalha, a secção do fio (sendo mais difícil em fios de secção inferior) e manutenção que é feita no jato de tinta, bem como os níveis de tinta e solvente. Assim, sempre que a impressão do fio é ilegível ao olho nu, é sucitado como sendo desta categoria.

Quando ocorrem avarias nas máquinas de corte, um membro dos Serviços Técnicos (ST) é chamado devido às competências e conhecimento que possuem. Todo o material gasto nestas pequenas intervenções efetuadas pelos ST, até que a máquina volte ao estado de atividade normal, é identificado como intervenção nas máquinas.

Junto a cada máquina estão presentes 4 caixas, cada uma identificada com as causas de sucata supramencionadas. No fim do turno de trabalho, o operador da máquina pesa as caixas que contêm sucata e regista no computador da máquina os quilogramas respetivos a cada causa, Figura 14. Associada a esta informação fica registado no *software* a data do registo, a máquina em que foi registado e o número do operador.

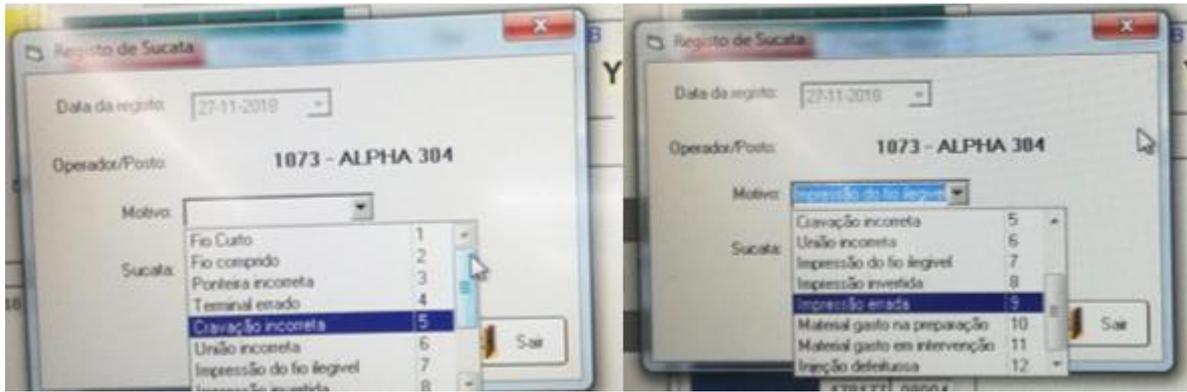


Figura 14 - Categorias de sucata registadas nas máquinas de corte

A valorização da sucata para o fio de cobre é 5,47€/Kg e 1,00€/Kg de tubo, considerando o preço médio do fio e tubo de maior consumo, respetivamente. O atual sistema de registo revela lacunas e deficiências tais como: o material pesado nas caixas é composto por fio, terminais e vedantes e o registo é atribuído apenas ao fio; diferenças de inventário pois não se sabe as quantidades reais gastas de cada referência; atribuir o valor médio a todas as máquinas, embora não seja uma aproximação real dos dados pois, como já foi dito, as máquinas cortam diferentes secções de fio; sistema suscetível ao erro humano, como erros de digitação, o que implica um controlo apertado sobre esses mesmo registos (o simples caso de colocar a vírgula mais à direita irá registar maior quantidade de sucata que, posteriormente, afetará negativamente no relatório de custos de sucata).

Na pré-confeção são realizadas várias transformações nos fios, em que o principal potencial de sucata está no fator humano, quando efetua o *layout* errado de uma união, troca ou omissão de fios, danificar conetores no posto de pinos, entre outras causas, com o denominador comum de enquadrarem-se na categoria de sucata erros de produção. Também erros na montagem das cablagens ou danificação de componentes quer na montagem quer no teste elétrico, incorporam esta categoria.

Os testes de qualidades e estudos de capacidade são integrados no relatório de sucata, no entanto estes ensaios são destrutivos e requisitos obrigatórios para assegurar a qualidade do processo e a capacidade das ferramentas. Particularmente, sempre que é criada nova combinação no sistema (por combinação entende-se fio-terminal-ferramenta), são recolhidas 50 amostras unitárias para fazer o estudo de capacidade, onde o estudo é aprovado se se obtiver um C_{mk} superior a 1,67. Uma combinação já criada no sistema é submetida a novo estudo de capacidade quando expira o prazo de 1 ano desde o último estudo, num processo designado de requalificação da ferramenta. Os testes de qualidade são as amostras do corte e pré-confeção,

como foi referido anteriormente, com o papel de comprovarem a produção conforme numa eventual situação futura de problemas com clientes.

4.1.2 Gestão da Sucata nos restantes Segmentos

O processo de gestão de sucata nas várias linhas de montagem é homogéneo. O abastecedor de linha, além de garantir o *replacement* de materiais nos postos, está encarregue de efetuar o registo de sucata no LPMCS, *software* que suporta todas as tarefas das linhas. Sempre que um componente é danificado, o abastecedor introduz os dados relativos à ordem de produção, *Part Number* (código) da peça, causador (linha de registo) e a quantidade de peças danificadas (Figura 15). Uma vez registada, a sucata fica armazenada numa caixa vermelha, devidamente identificada, junto ao posto de registo. Semanalmente, os abastecedores de linha devem recolher a sucata e despejá-la no depósito central, o que na realidade não se verifica com a acumulação de sucata por várias semanas, inclusive meses, conduzindo a maior desorganização e entropia do espaço de trabalho.



Figura 15 - Formulário de registo de sucata nas linhas de montagem

4.1.3 Processo de *Dummies*

O processo de *dummies* é exclusivo apenas para fios, em que um *dummy* é uma ordem fictícia criada para colmatar faltas de material nos postos subsequentes. Basicamente, quando o lote de fios não está completo, é lançado no sistema que gera o corte um pedido com a quantidade que falta no lote. Esta quantidade pode variar entre 1 fio e um maço de fios, por exemplo, 100, dependendo do motivo pelo qual se perderam ou faltam. Ou seja, este processo implica duplicação do material, que incorre em desperdício, além de que se torna prioritário para

finalizar as ordens de produção. Devido à sua importância, leva à interrupção das máquinas de corte, conduzindo a perdas de tempo com novos *setups* nas máquinas, e, consequentemente, gera mais sucata gerada. É um processo que merece análise cuidadosa e revisão, dado que incorre em vários desperdícios enunciados pela filosofia *lean*. Não estando diretamente relacionado com a sucata, afeta-a negativamente uma vez que o material perdido, na grande maioria dos casos, não é aproveitado nem alocado em futuras ordens, sendo sucitado.

4.1.4 Análise crítica do problema

Numa fase preliminar do período de observação na LEONI, pretende-se demonstrar uma visão panorâmica daquelas que foram as primeiras elações recolhidas sobre o problema, através da ferramenta SWOT. O acrónimo SWOT resulta da abreviatura de *Strengths* (Pontos Fortes), *Weaknesses* (Pontos Fracos), *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças), cujos objetivos desta análise são sintetizar os pontos fortes e pontos fracos descritos nas secções anteriores e enfatizar as oportunidades do projeto, mostrando possíveis direções de melhoria. Na Tabela 4, está representada a análise SWOT relativa ao tema da investigação.

Tabela 4- Análise SWOT

<u>Strengths</u>	<u>Weaknesses</u>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Softwares</i> auxiliares de suporte • Possibilidade de saber a raiz do registo • Grande quantidade de dados para análise 	<ul style="list-style-type: none"> • Sucata não real • Sistema de medição no corte inadequado • Sistema dependente do operador • Erro humano (LPCS+LPMCS) • Dados dispersos em vários <i>softwares</i>/folhas de registo • Diferenças de inventário
<u>Opportunities</u>	<u>Threats</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Tornar o registo automático no corte • Valorização real • Centralização da informação • Redução de sucata no corte e montagem • Redução de pedidos de <i>dummies</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Sucata não registada na montagem • Sucata mal categorizada, levando a ações desnecessárias

No que concerne a esta problemática, a Leoni dispõe de suporte informático a este processo com grande quantidade de dados disponíveis para analisar, mas devido a estarem dispersos não

realça o potencial em prol da empresa. Desta forma, a centralização de toda a informação num único local permite uma visão geral do problema, sem ocorrer desperdício ou esquecimento de dados relevantes.

Para combater os pontos fracos assinalados, a automatização do registo de sucata aliado à valorização da sucata pelo preço real dos materiais é um caminho plausível, compatibilizando com as premissas da Indústria 4.0 como a automação e valores em tempo real, além de que a eficiência aumentaria e a possibilidade de erro diminuiria.

Irremediavelmente, a redução da sucata no processo produtivo é perentória, não só por fazer parte dos objetivos de investigação, mas também por ser um indicador que a empresa pretende melhorar, onde as melhorias se traduzem em ganhos monetários.

5. PROJETO DE MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DA SUCATA

Recorrendo à filosofia *Lean Six Sigma*, suportada na metodologia DMAIC, pretende-se obter melhorias notórias e visíveis no processo de gestão da sucata. A estrutura deste capítulo assenta nas diferentes fases da metodologia (definição do problema, medição do problema, análise da situação atual, propostas de melhoria, controlo e monitorização do problema). Com base nesta metodologia pretende-se combater as deficiências do processo, colmatar as lacunas já referidas e, sobretudo, reduzir a produção de sucata no processo produtivo.

5.1 DMAIC – Fase *Define*

Na primeira fase do projeto, a metodologia DMAIC requer uma planificação do projeto onde conste uma definição clara do âmbito do projeto e as suas delimitações, através de uma explicação sucinta do problema. Seguidamente, as ferramentas apresentadas possibilitam focar as anomalias do projeto, com o intuito de direcionar e priorizar áreas de atuação.

5.1.1 Definição do Projeto

Na Tabela 5 encontra-se o *Project Charter*, onde está definido o âmbito do projeto, as motivações e os resultados a serem atingidos.

Tabela 5 - Project Charter

Project Title:	Redução de sucata na LEONI Portugal			
Project Leader:	Ricardo Afonso			
Business Reason:			Opportunity Statement:	
A LEONI Portugal mostra preocupação com os valores de sucata atingidos, representando 0,34% dos custos de produção, com impacto negativo nos custos e eficiência.			<ul style="list-style-type: none"> - Reduzir a sucata gerada no processo produtivo em 5%. - Valorização real da sucata e impedir perdas de informação no decurso do processo. 	
Goal Statement:			Defect Definition:	
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar as causas de sucata - Atuar nas causas que geram sucata - Melhorar o processo de gestão de sucata 			Neste projeto, o defeito de qualquer material na LP é registado como sucata.	
Strategic Business Goals Addressed by this Project:				
<ul style="list-style-type: none"> - Melhorar os indicadores gerais de sucata - Melhorar o processo produtivo 				
Benefits to External Customers:			Project Scope:	
<ul style="list-style-type: none"> - Diminuir a possibilidade de entregar ao cliente cablagens erradas - Aumentar a satisfação do cliente 			Diminuição do valor de material sucitado existente na fábrica, gerado no processo produtivo.	
Benefits to Internal Customers:			Project Start Date:	Project End Date:
<ul style="list-style-type: none"> - Redução de problemas na LP - Menos correções (retrabalho) - Aumento da eficiência 			05-11-2018	14-06-2019
Project Plan:			Team:	
Phase:	Start Date:	End Date:	Name/ Role:	Commitment:
Define	Novembro.18	Dezembro.18	Fernando Duarte	High
Measure	Janeiro.19	Fevereiro.19	AO's Qualidade	Medium
Analyze	Março.19	Março.19	Líderes de Segmento	Low
Improve	Abril.19	Maió.19	Serviços Técnicos	Low
Control	Junho.19	Junho.19	IT	Medium

Os elementos da equipa têm conhecimento profundo do processo produtivo, nas suas áreas de atuação, contribuindo com ideias importantes para a resolução de problemas. O autor da dissertação, em conjunto com os membros da equipa, identificou as causas principais a serem trabalhadas. Além disso, o autor contribui com propostas de melhoria que foram implementadas com o consentimento da chefia, com baixo custo e poucos recursos.

5.1.2 Mapeamento do processo de sucata

Uma das ferramentas fundamentais desta primeira fase é o diagrama SIPOC. Este diagrama apresenta uma visão macro do processo e identifica as áreas de foco do projeto de melhoria.

Dada a complexidade do processo produtivo, cada etapa tem as suas particularidades e, por isso, a linha de pensamento até às ações é exclusiva. Desta forma, ao invés de apenas um diagrama SIPOC geral do processo, o autor optou por fragmentar em dois SIPOC, em que um diz respeito ao Corte e o outro às Linhas de Montagem. Uma vez que as origens de sucata são distintas, através da separação dos diagramas, podemos verificar as fases críticas de cada um dos processos.

Numa fase inicial, pretende-se que o processo não seja muito detalhado para identificar os *hotspots*, nem leve à dispersão do problema. Além do processo, temos os inputs e os outputs, bem como o suporte ao processo e o destino do produto que sai desta etapa. Os diagramas SIPOC apresentam-se na Figura 16 e Figura 17.

SIPOC (Corte)

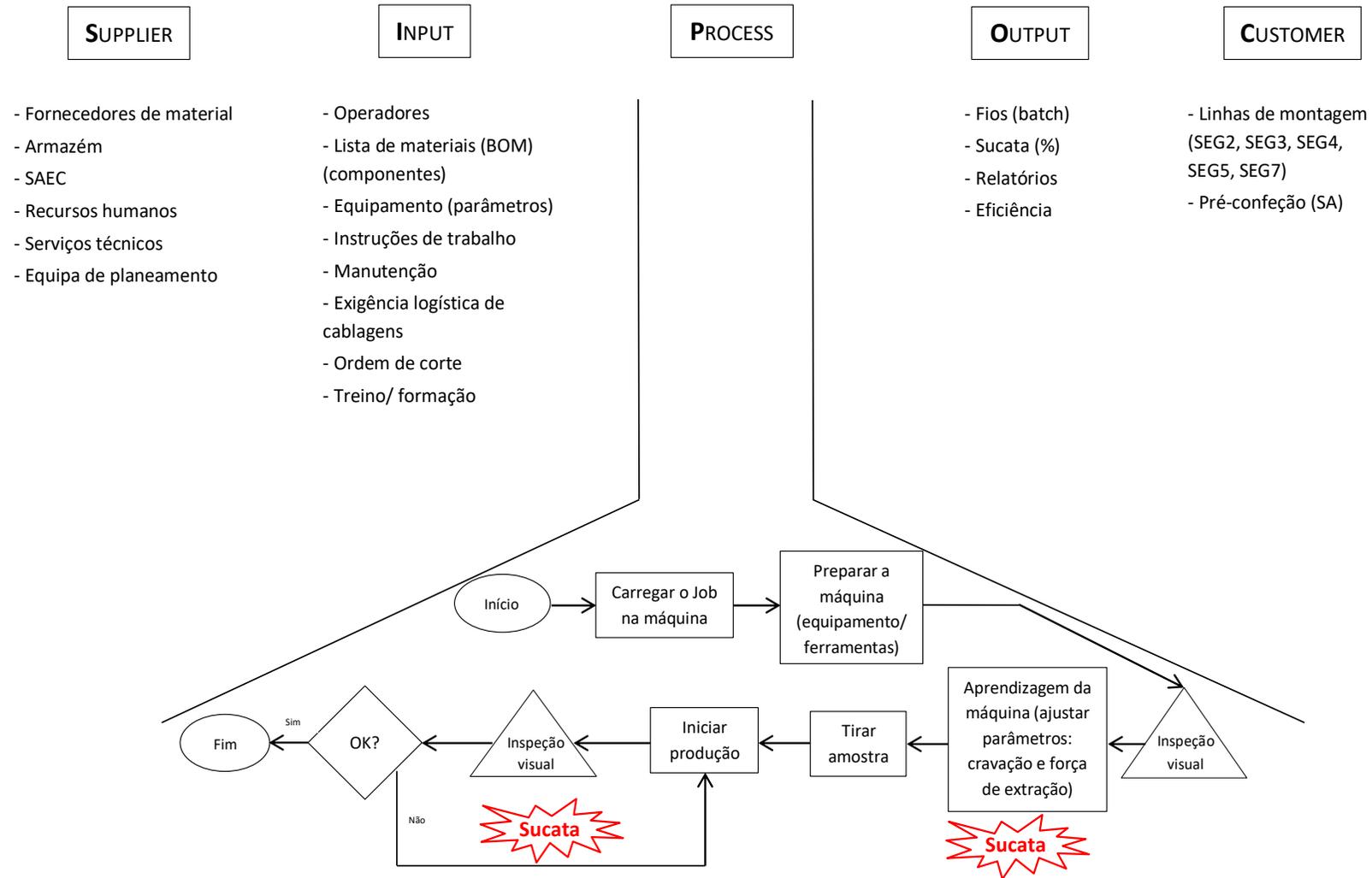


Figura 16 - Diagrama SIPOC - Corte

SIPOC (Linhas de montagem)

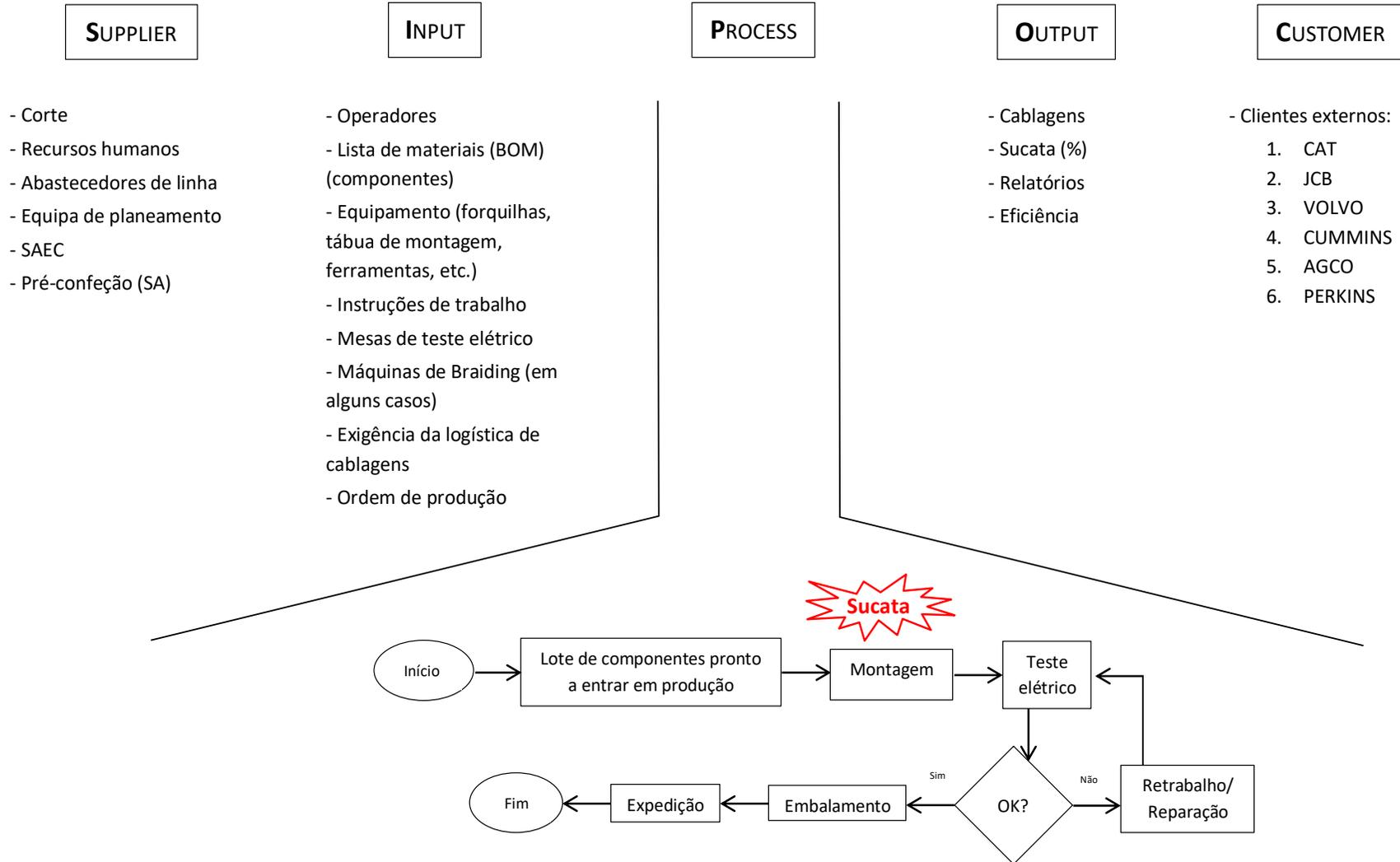


Figura 17 - Diagrama SIPOC – Linhas de Montagem

5.2 DMAIC – Fase *Measure*

Definido o âmbito do projeto, nesta secção é pretendido dimensionar o problema. Com o objetivo de quantificar o estado atual dos índices de sucata na empresa, pretende-se fazer uma recolha exaustiva de dados sobre os níveis de sucata e respetivas causas, a fim de adquirir conhecimento suficiente para que, em fases posteriores, a análise e tomada de decisões sejam suportadas por dados, bem como se revelem fidedignas e eficazes.

5.2.1 Dimensionamento do problema no estado atual

Por questões da confidencialidade dos dados a pedido da empresa, toda a informação relevante ao projeto será apresentada na forma percentual, no entanto, em termos monetários situa-se na casa dos milhares de euros. Como já foi referido na secção 4.1.1., os custos de sucata surgem através da pesagem da sucata com atribuição de um valor médio de 5,47€/Kg de fio. Este sistema de medição não é assertivo, suscitando dúvidas aos analistas uma vez que não podem tirar conclusões certas baseadas em valores estimados. Em virtude de ser um projeto verdadeiramente vasto no que toca às diferentes zonas produtivas, todas as decisões e ações devem ser sustentadas com base em números. Desta feita, foi elaborado um gráfico, presente na Figura 18, com o intuito de mostrar as percentagens de sucata por cada segmento da empresa. Com uma proporção esmagadora, o Segmento 1, referente ao Corte e Pré-Confeção, é responsável por cerca de 88,32% dos custos produtivos globais de sucata, ou seja, as primeiras atividades a desenvolver serão neste segmento onde se acredita que pequenas alterações e melhorias ao processo podem refletir ganhos significativos e importantes para alcançar os objetivos do projeto.

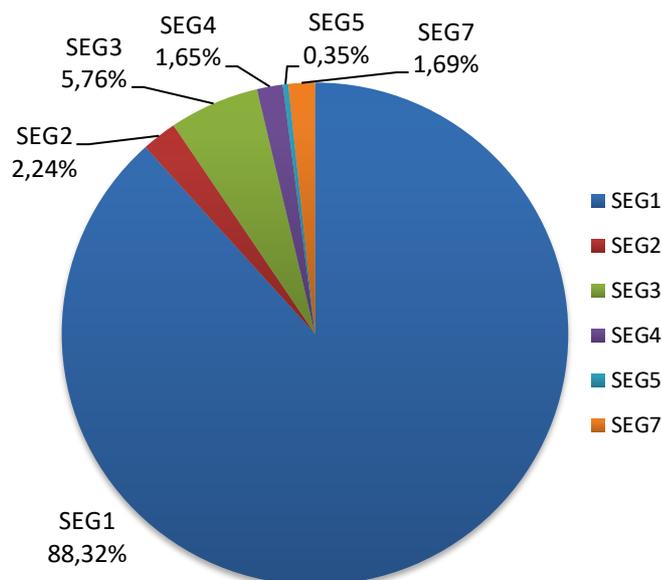


Figura 18 - Sucata Fábrica 2018

Aprofundando a recolha de dados relativa ao Segmento 1, podemos constatar que a sucata deriva de 8 causas, sendo que 2 delas representam aproximadamente 79% da sucata gerada nesta área produtiva, Figura 19. Tanto a preparação das máquinas como as rejeições do SLE carline são originárias no corte de fio, isto é, os setups feitos nas máquinas e todo o processo de aprendizagem até cortar nas tolerâncias, bem como todos os erros que *software* (SLE carline) deteta ao longo da produção das ordens ou as más aprendizagens da máquina por parte do operador que, posteriormente, ir-se-ão refletir em sucata por não qualidade, são os principais contribuintes para os níveis de sucata atuais.

Todos os testes de qualidade que geram sucata são considerados processos destrutivos e necessários para assegurar a qualidade do processo. Apesar de representarem 10% dos custos de sucata no Segmento 1, além de ser um processo definido pela casa-mãe, acredita-se que estes testes irão reduzir em grande escala custos de não qualidade que possam surgir durante o processo, ou em caso extremo, no cliente. Posto isto, estas causas não serão intervencionadas no decorrer o projeto, onde também a empresa pensa que são custos necessários e intrínsecos ao processo.

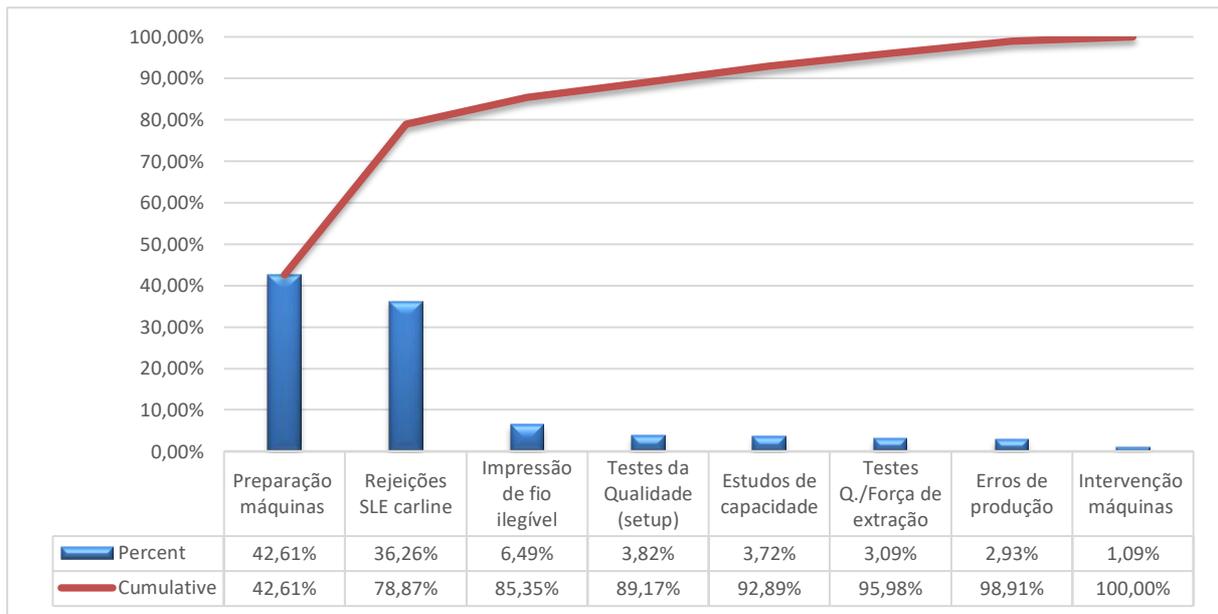


Figura 19 - Pareto das causas de sucata do Segmento 1

5.2.2 Máquinas de Corte

Além da recolha de dados sobre as causas de sucata, também é pertinente levantar os valores de sucata por cada máquina, de forma a compreender se alguma apresenta um comportamento fora do padrão ou que se destaque das demais. As máquinas de corte de tubo, em termos de custos de sucata, apresentam valores residuais e dada a restrição temporal, não justificam qualquer ação, pelo que não serão alvo de análise ao longo do projeto.

Pela imagem da Figura 20, existem 3 máquinas que se destacam das restantes: ALPHA 371, ALPHA 361 e ALPHA 132. À primeira vista, é evidente que são aquelas que geram maior sucata, no entanto, estas máquinas cortam maioritariamente fios de secção superior, apresentando maior quantidade de cobre nos seus filamentos que faz aumentar o preço do fio, bem como o peso.

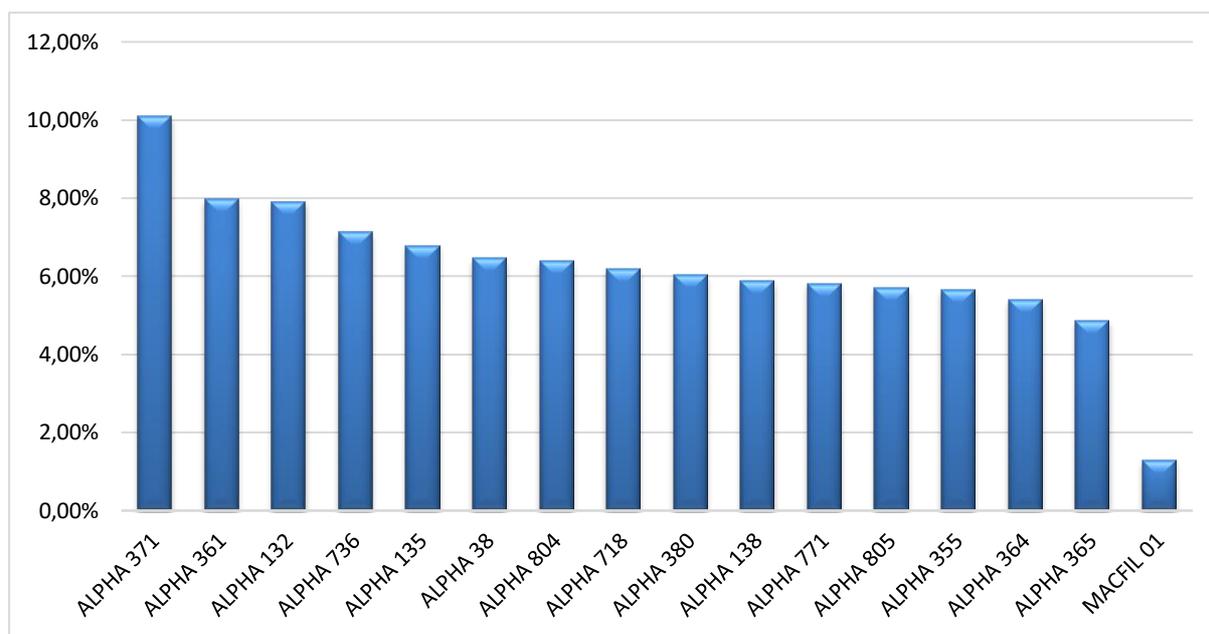


Figura 20 - Sucata por máquina de corte de fio em 2018

Tendo em conta que a produção não é constante ao longo do ano, a procura de cablagens sofre oscilações o que faz com que hajam meses mais produtivos que outros. Particularmente no corte, a sucata acompanha estas variações da procura pelo que em meses onde a produtividade é mais alta, gerar-se-á mais sucata na fábrica. Simplesmente afirmar que um mês produziu mais sucata que outro analisando apenas o valor pode induzir em erro. Assim, para que a análise seja rigorosa, isto é, analisar a proporção de sucata gerada para a produção total, é necessário arranjar um indicador que tenha em consideração o valor gerado em sucata no Segmento 1 e o índice que reflete a produtividade do corte. Desta forma, foi encontrado o indicador que nos mostra o valor sucitado, em €, por cada fio cortado nas máquinas de corte. Os valores obtidos em cada mês, para o ano de 2018, estão ilustrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Índice de sucata mensal do corte correspondente a 2018

Mês	€ sucata/fio cortado
JAN	0,001780
FEV	0,001431
MAR	0,001307
ABR	0,001407
MAI	0,001605
JUN	0,001223
JUL	0,001222
AGO	0,001477
SET	0,001278
OUT	0,001363
NOV	0,001076
DEZ	0,001178

5.2.3 Quantificação dos *Dummies*

Outro tópico merecedor de investigação é o processo de *dummies*. A análise dos custos associados a este processo nunca tinha sido realizada, pelo que foi pioneira. Este estudo consistiu em compilar num só ficheiro todos os 27105 pedidos de *dummies*, referentes a 2018, com o intuito de explorar as principais causas que geram *dummies* e as que têm maior influência num processo, atualmente, descontrolado.

Nesse documento reside toda a informação necessária para realizar a análise desde as referências dos fios, o comprimento do fio, quantidades, e as referências dos vedantes e terminais em cada uma das extremidades do fio, se for o caso, e a causa pelo qual o pedido foi feito, entre outras informações menos relevantes para o projeto. Inicialmente o documento não estava preparado para atribuir os custos a cada pedido pois não estava atribuído a cada código o valor unitário de cada material. Depois de um rearranjo dos dados, o aspeto é o que se afigura na Tabela 7.

Tabela 7 - Dados dos pedidos de *dummies* em 2018

1	Nr Leoni Fio	Causa	Comprimento	Terminal1	Seal1	Terminal2	Seal2	Quantidade	Comp_total_fio (m)
2	P00159223	N incorrecto de fios no maco	0,105	414040170				2	0,21
3	P00157408	N incorrecto de fios no maco	1,36	P00061063				1	1,36
4	P00159286	Fio danificado	2,975	414400200	492136142	414186310		50	148,75
5	P00157341	N incorrecto de fios no maco	0,325	412064600				1	0,325
6	P00125012	N incorrecto de fios no maco	1,435	414186592		412064600		1	1,435
7	P00159294	N incorrecto de fios no maco	0,195			414298726	P00004495	1	0,195
8	76753081W999	N incorrecto de fios no maco	2,79			414118840		1	2,79
9	P00159221	Fio / Tubo errado	0,485	414349770				1	0,485
10	481000200	N incorrecto de fios no maco	0,21					7	1,47
11	P00157355	N incorrecto de fios no maco	1,665			414338198		1	1,665
12	P00166557	Medida curta	0,19					7	1,33
13	P00160120	N incorrecto de fios no maco	1,235	P00102705		414264931		2	2,47
14	P00160120	N incorrecto de fios no maco	1,235	P00102705		414264931		1	1,235
15	499473011	N incorrecto de fios no maco	0,385	411502200	414356000			1	0,385
16	P00141805	N incorrecto de fios no maco	0,28					15	4,2
17	491143550	Medida curta	0,33					50	16,5
18	491149640	fios cortados não aparecem	0,19					40	7,6
19	P00157350	Medida curta	0,16			414129140		1	0,16
20	P00157350	Medida curta	0,185			414338170		1	0,185
21	P00157355	Medida curta	0,12			414164300	499161800	1	0,12
22	P00159294	N incorrecto de fios no maco	0,35	414073926		411020120		2	0,7
23	P00159295	N incorrecto de fios no maco	0,505	414073926		411668770		2	1,01
24	480600200	N incorrecto de fios no maco	0,31					2	0,62
25	P00157360	N incorrecto de fios no maco	0,23	P00152422				2	0,46

Para completar a informação necessária, foi pedido suporte ao Departamento Informático com o propósito de incluir, para cada linha, o preço unitário do material, se aplicável. Após todos os dados estarem reunidos, o valor acumulado de todos os pedidos de *dummies* representa 19,74% dos custos totais de sucata de 2018. De realçar que este valor apenas reflete o custo acumulado de material, composto por fios, terminais e vedantes, excluindo os custos que envolvem efetuar esse pedido, tais como: novos setups realizados na máquina de corte desde alterações de ferramentas de cravar, trocas de bobinas de terminais e de fios, *kits* de vedantes, gerando tempo improdutivo, sucata nas causas preparação das máquinas e erros das máquinas inerentes ao processo; custo de mão-de-obra. Desta forma, conclui-se que o valor alcançado com o custo de materiais corresponde apenas a uma pequena parcela, adjacente a todo o processo de *dummies*. Uma vez recolhidos os dados, foi feita uma segmentação dos mesmos por material e por causa, a fim de possibilitar uma análise cuidada e eficaz. No que diz respeito ao material, as proporções alcançadas foram as seguintes (Figura 21).

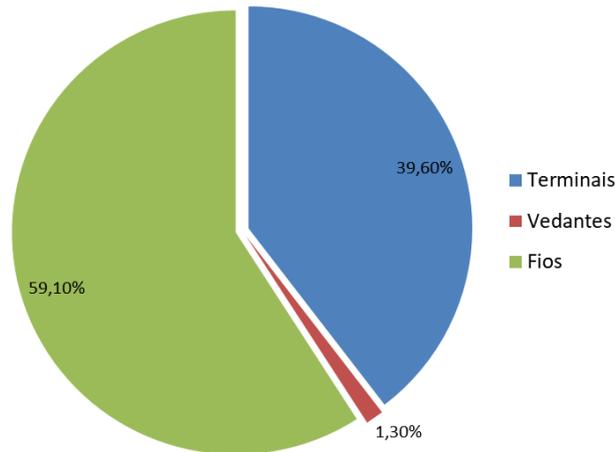


Figura 21 - Custo por família de materiais

Por outro lado, a análise aos motivos pelos quais os *dummies* foram pedidos, requer uma investigação mais detalhada e cuidada, visto que as razões são várias e objetivo. As causas com maior destaque são 4, representando mais de 83% do valor total e são elas:

1. Fios cortados não aparecem: esta é a principal causa para *dummies* e é feito pedido sempre o maço de fios desaparece em produção. O motivo pelo desaparecimento é desconhecido, no entanto, o espaço reduzido, a organização do espaço de trabalho e o erro humano no mau encaminhamento dos fios ao seu destino contribuem para isto aconteça. Mais tarde, os fios voltam a aparecer, mas raramente são realocados numa ordem de produção, sendo sucitados, ainda que em boas condições.
2. Número incorreto de fios no maço: este problema ocorre frequentemente na montagem quando a operária da linha repara que falta fio para montar a cablagem. Por exemplo, se assumirmos que a razão de um fio específico é de 1:1, ao montar a última cablagem da ordem falta um fio, a operador comunica à abastecedora da linha para pedir *dummy* daquele fio na quantidade de 1. Similarmente ao ponto 1., a razão pela qual se perdem quantidades pequenas de fios é incógnita, dada a possibilidade remota de a máquina não cortar o número de fios que recebeu como *input*.
3. Fio/tubo errado: isto prende-se ao facto das lacunas existentes no Departamento de Engenharia, responsável pela conceção do produto e da lista de materiais necessários para produzir uma cablagem.
4. Medida curta: quando o fio não dá montagem, isto é, não tem comprimento suficiente para chegar às extremidades que lhe são destinadas. Da mesma forma que a causa anterior, a responsabilidade é do Departamento de Engenharia onde se encarregam do design da cablagem e conceber o produto de tal forma que este seja funcional. É um

processo muito minucioso que requer várias revisões e alterações até chegar à versão final da cablagem, podendo, por vezes, escaparem pormenores.

Totalizando, existem mais de 20 causas discriminadas, contudo serão apenas enunciadas aquelas com valor assinalável para o projeto. Com recurso a uma análise Pareto, Figura 22, é visível o impacto destas categorias neste processo.

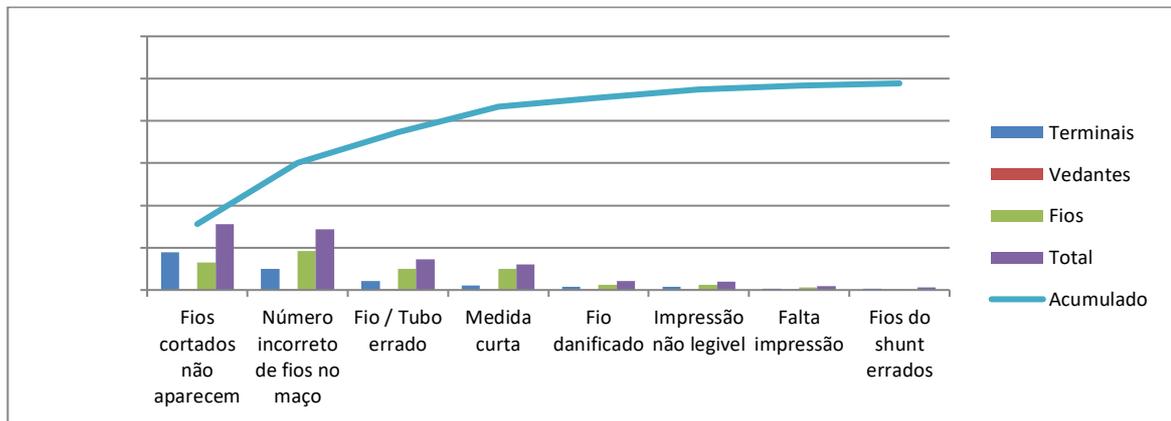


Figura 22 - Análise de Pareto com os custos dos *dummies* por causas

5.2.4 Problemática nas linhas de montagem

No caso das linhas de montagem, a recolha de dados foi feita pelas famílias de materiais registadas como sucata. Os materiais predominantemente presentes nos registos são os conetores/caixas, fios, terminais e uma categoria mais generalizada “Outros” onde se incluem caixas de fusíveis, díodos/resistências e outros componentes plásticos e poliméricos indispensáveis à montagem. Por outro lado, raramente se verifica o registo de cablagens sucata, ainda assim, quando se verifica tem um peso substancial visto que se trata de um produto acabado, com outro nível de custos.

A essência do processo de gestão de sucata é idêntica em todas as linhas, sempre que uma referência revela defeito e está fora dos requisitos de qualidade, é entregue ao abastecedor de linha correspondente para ser registada no sistema. O que diferencia de linha para linha são apenas os materiais registados pois cada linha trabalha com clientes específicos, com especificidades do produto para cumprir funções distintas.

Os dados presentes na Tabela 8 relativos a 2018 expõem o impacto da sucata de cada linha no contexto geral, com a preponderância das diferentes famílias de materiais.

Tabela 8 - Peso da sucata por linha e família de material

Linhas	Peso	Conectores	Fio	Terminais	Cablagens	Outros	Total
Segmento 2	2,24%						
Linha 50	0,40%	0,23%	0,00%	0,10%	0,00%	0,07%	0,40%
Linha 601	0,78%	0,48%	0,09%	0,00%	0,18%	0,03%	0,78%
Linha 602	1,06%	0,24%	0,00%	0,00%	0,81%	0,00%	1,06%
Segmento 3	5,76%						
Linha 572	5,07%	4,39%	0,24%	0,00%	0,43%	0,01%	5,07%
Linha 679	0,69%	0,59%	0,07%	0,00%	0,00%	0,02%	0,69%
Segmento 4	1,65%						
Linha 534	0,78%	0,76%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,78%
Linha 598	0,26%	0,24%	0,01%	0,00%	0,00%	0,01%	0,26%
Linha 599	0,61%	0,61%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,61%
Segmento 5	0,35%						
Linha 2128	0,35%	0,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,35%
Segmento 7	1,69%						
Linha 2780	0,57%	0,51%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,57%
Linha 76	0,88%	0,29%	0,00%	0,00%	0,58%	0,01%	0,88%

Os dados da tabela corroboram que os conectores detêm a hegemonia da sucata, no que diz respeito à montagem. De ressaltar que no segmento 7 a linha 627 foi extinta, logo os valores de sucata não são relevantes para o projeto.

Não obstante da situação atual no tratamento da sucata na montagem, foi feita uma recolha de dados com o propósito de verificar se o procedimento de registo do material danificado é transversal a todas as linhas e, caso contrário, atuar sobre as variações.

A recolha de dados resultou do confronto entre o material registado como sucata no sistema e o material existente fisicamente na linha no qual foi registado. Cada linha de registo contém a informação que se segue na Tabela 9.

Tabela 9 - Excerto da folha de registos

Data	Peça	Tipo	Quantidade REGISTO	Quantidade FÍSICA	Linha	Preço Unit.	Subtotal	VERIFICADO FÍSICAMENTE
2019-01-29 1535	418168850	Caixa	4	4	SEG4-534	0,5525 €	2,21 €	CERTO
2019-01-29 1532	418921170	Caixa	0	5	SEG4-534	2,8000 €	14,00 €	NÃO REGISTADO
2019-01-29 1535	418892750	Caixa	21	21	SEG4-534	0,4870 €	10,23 €	CERTO
2019-01-29 1536	418892750	Caixa	18	0	SEG4-534	0,4870 €	8,77 €	ERRADO
2019-01-29 1538	418479000	Caixa	10	9	SEG4-534	0,1858 €	1,86 €	ERRADO

Se a quantidade registada for igual à quantidade física então verifica-se fisicamente pelo que conta como um registo “CERTO”. Sempre que as quantidades não correspondem, o registo é caracterizado como “ERRADO”. Por último, toda a vez que não há material registado, mas fisicamente o material existe, é identificado como “NÃO REGISTADO”. Esta última implica uma nuance diferente pois como o material não está catalogado com o código do artigo, é necessário identificar o componente recorrendo ao ficheiro na rede com as fotografias de todos os componentes existentes na empresa. Esta ação foi realizada com a finalidade de quantificar o impacto da sucata que não é registada nas linhas de montagem. A recolha de dados não foi orientada apenas à frequência de registos certos, errados ou não registados, mas também vocacionada para o impacto monetário que o sistema atual apresenta nesta matéria. Assim, os dados obtidos para o sistema atual encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10 - Índices dos registos nas linhas

Certos	427	Registos corretos	57,47%
Errados	134	Registos incorretos	18,03%
Sem registos	182	Não registados	24,50%
Nº linhas	743	TOTAL	100,00%
		Total peças não registadas (em %)	4,26%

A amostra de 743 registos é significativamente grande para conferir robustez aos dados e permitir que sejam tomadas medidas para, simultaneamente, aumentar a percentagem de registos corretos e diminuir a percentagem dos restantes. De salientar que as peças não registadas refletem um peso de 4,26% da sucata total da montagem.

Da mesma forma, é relevante tecer a mesma análise comparando estes valores entre linhas para perceber em que nível se estabelecessem. Na Figura 23 está apresentada o comportamento das linhas.

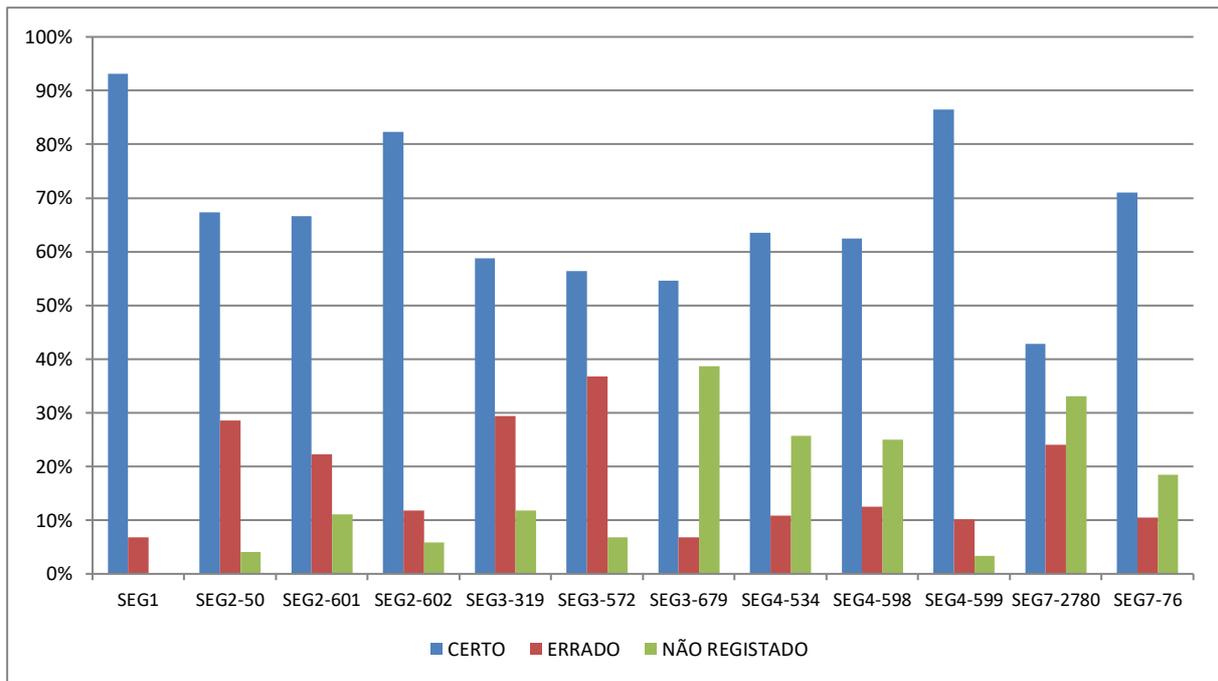


Figura 23 - Comportamento dos registos nas linhas de montagem

Pela análise do gráfico de barras, é inequívoco que o comportamento oscila. Isto revela que o processo de registo da sucata não é eficaz, carecendo de melhorias para elevar estes índices.

5.3 DMAIC – Fase *Analyze*

Nesta fase intermédia é feita a análise a todos os dados medidos com o propósito de identificar as causas responsáveis para cada um dos problemas referenciados. O objetivo primordial desta fase consiste em descobrir os fatores que conduzem a perdas, desperdícios e custos, para se delinear um plano de melhorias sustentável.

O tratamento dos dados na fase anterior fundamentará a análise com a intenção de identificar os fatores que estão a afetar negativamente o processo e, posteriormente, apresentar propostas no sentido de reduzir a sucata e melhorar o processo adjacente.

5.3.1 Análise das causas-raiz

Na Figura 24 é apresentada a análise realizada por intermédio do diagrama causa-efeito do projeto de sucata. Esta ferramenta facilita a identificação das causas do problema pela categorização e enquadramento em 7 causas principais, conhecidas como 7M's (*Method, Material, Machinery, Money, Measurement, Mother Nature e Manpower*), com foco no *output* desejado.

As causas descritas são consequência de diversos *brainstormings* realizados, contando com a experiência dos intervenientes nas suas áreas de atuação aliada ao conhecimento do autor sobre os dados recolhidos. A explicação detalhada das causas mais assinaláveis é feita de seguida.

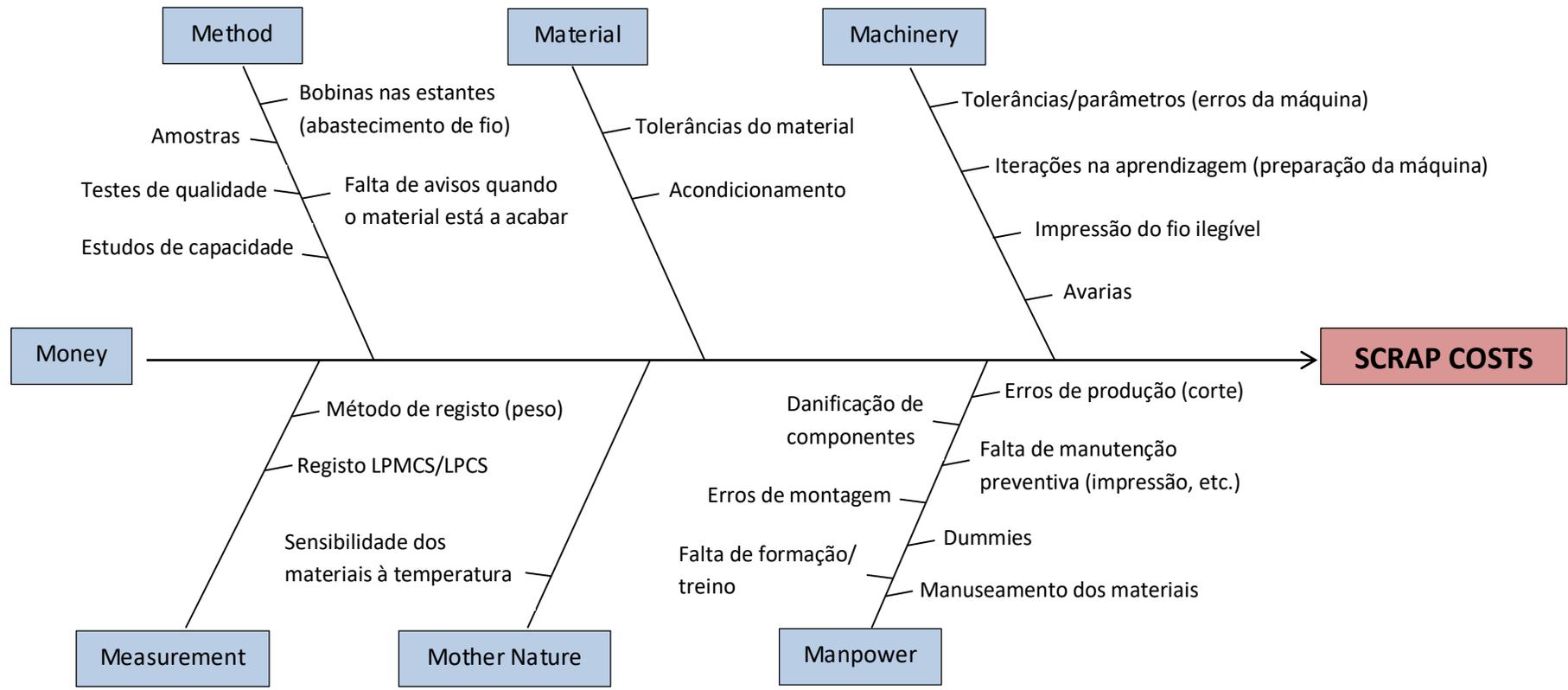


Figura 24 - Diagrama Causa-Efeito do projeto

Com recurso ao diagrama acima exposto, foi permitido ao autor desta dissertação confirmar e consolidar as causas de sucata já enumeradas pela empresa, bem como realçar outros aspetos críticos com interferência no processo. Após várias observações do ambiente produtivo do corte, verificou-se que existiam segmentos de fios nas caixas de sucata juntos às máquinas que não pertenciam a nenhuma das categorias identificadas. De maneira a desvendar a origem dos fios, foram questionados os operadores do corte ao que eles responderam que eram provenientes da estante de bobinas. Cada vez que é feita uma troca de bobina e esta se situa na dianteira da estante no 3º, 4º ou 5º nível, o excedente de fio não é rebobinado devido à altura a que situa, por medidas de segurança para evitar acidentes e pelo tempo que demora essa tarefa, sendo cortado o comprimento equivalente à distância entre a máquina e a posição da bobina a altura do operador, ficando acessível a outros operadores caso necessitem do fio. Por conseguinte, foi criada uma nova causa de sucata denominada abastecimento de fio que abrange estas situações descritas, com especial curiosidade de medir o impacto monetário desta causa subentendida na sucata da empresa. Dadas as circunstâncias, foi enquadrada no campo do método pois resulta da forma como a logística inerente ao processo está concebida. Este assunto será abordado novamente na próxima fase da metodologia.

No que diz respeito ao material, uma vez que a empresa trabalha com fornecedores diferentes dos mesmos componentes, e até mesmo das mesmas referências, os materiais podem vir em condições diferentes o que acrescenta variabilidade ao processo e afeta negativamente a sucata. Devido aos muitos parâmetros apertados das máquinas de corte, o *software* apenas admite variações ínfimas durante o processo. Alguns deles não se tem conhecimento sobre a influência no processo, mantendo os valores conforme indicado pelo fornecedor. Depois de explorar o manual WPCS (*Wire Processing Communication Standard*), verificou-se que os erros que a máquina assinala não se devem exclusivamente a erros de cravação, mas também erros relacionados com a impressão, com os vedantes, com desnude, isto é, remover os isolamentos do cobre, entre outros. Posto isto, a designação da categoria de sucata cravação incorreta foi reformulada para um conceito mais generalizado: erros da máquina, que aparecerá nos relatórios de sucata atuais.

A heterogeneidade das gerações dos sistemas de gestão das máquinas de corte afeta o processo de preparação das máquinas, com a noção da curva de aprendizagem. Basicamente, esta curva é o caminho que o sistema executa para chegar aos parâmetros de cravação específicos para a ordem de corte. Constituindo um processo iterativo, difere de máquina para máquina o número de passos necessários para atingir os valores ideais.

O sistema de medição da sucata no corte pela pesagem revela lacunas visíveis desde a valorização incorreta dos materiais, até à não contabilização dos terminais e vedantes que são incluídos no peso do fio. O sistema deve ser melhorado de forma a combater estas deficiências, tornando-o mais robusto e exato para que os dados sejam de tal forma confiáveis que não suscitem incertezas. Por outro lado, o registo da sucata no corte e nas linhas de montagem pelo LPCS e LPMCS respetivamente, viabiliza o erro humano, ou seja, o formulário é suscetível a erros de digitação, falta de informação, designações incorretas, entre outras, que dificultam numa fase posterior de análise de dados.

Pela análise do diagrama, a última categoria referente ao Homem é a que apresenta mais causas secundárias, o que espelha o papel decisivo do humano no processo produtivo.

O mau manuseamento dos materiais e a danificação dos mesmos são situações que serão intervencionadas numa fase mais avançada do projeto, pois os custos associados são preocupantes e merecem ações corretivas. Além de medidas, acredita-se que é necessária uma mudança cultural, com maior foco no valor do material e com sensibilização e consciencialização do impacto da sucata na empresa.

Invariavelmente, um processo com a participação do Homem é falível, mas cabe à empresa desenvolver mecanismos que previnam o erro e automatizar o processo o máximo quanto possível.

5.4 DMAIC – Fase *Improve*

Nesta fase serão expostas as propostas de melhoria que foram traçadas para resolver os problemas relacionados com a sucata, enunciados na fase de análise. A sustentabilidade das ações de melhoria assenta nos dados referidos ao longo da dissertação, com o objetivo de aprimorar o processo de gestão da sucata, reduzir o impacto desta nos custos, aumentando os índices de eficiência do processo produtivo.

Ao longo desta secção, as propostas são acompanhadas de uma descrição em jeito de justificação de todas as ações levadas a cabo neste projeto. Ademais, são apresentadas algumas melhorias específicas na montagem que se prendem com o facto da constante sucata de certos componentes, pelo que foi investigada a origem do problema, seguida de ações corretivas e respetiva monitorização, que será abordada na última fase da metodologia DMAIC. A parte final deste subcapítulo é destinada a algumas recomendações ao projeto não implementadas pelo autor.

5.4.1 Registo de sucata automático nas máquinas de corte

Uma das principais preocupações da empresa é o sistema de medição de sucata no corte, através da pesagem da sucata. Este atual sistema além de não reproduzir os valores reais de sucata pois é calculado com base em um valor médio de consumo, acarreta outros problemas associados como diferenças de inventário por não se saberem as quantidades consumidas no processo e a suscetibilidade ao erro humano por digitação errada de valores ou falta de registo dos mesmos. Desta forma, foi explorada a possibilidade de o registo ser feito automático pela máquina com os consumos exatos dos metros de fio e as quantidades de terminais e vedantes gastas. Depois de uma pequena reunião com o elemento dos Serviços Técnicos com maior conhecimento sobre o *software* das máquinas de corte e as suas funcionalidades, emergiu a oportunidade de, efetivamente, o registo poder ser feito pela máquina, recorrendo à característica *feedback*. Segundo o manual WPCS, se um *feedback* específico for ativado, cria um ficheiro com a estrutura “ano-mês-dia”, ou seja, todos os dias um ficheiro será registado pela máquina. Entre os demais, *Production State Data* será o mais relevante para o projeto, pois é aquele que regista toda a informação sobre a produção através de contadores. Na Figura 25 é apresentado um exemplo deste *feedback* extraído de uma máquina.

```
ProductionStarted ( 23:57:18)
• ArticleKey = 8049_11719
• Job = 8049_11719_1
• UserName = func1051
• PressSingleCycleActivated = 1
• ProductionRequestedPieces = 10
• UserRequestedPieces = 0
• TotalGoodPieces = 0
• ProductionPieces = 0, 0
• ProductionIncompletePieces = 0

ProductionInterrupted ( 23:57:32 )
• ArticleKey = 8049_11719
• Job = 8049_11719_1
• UserName = func1051
• ProductionRequestedPieces = 10
• UserRequestedPieces = 0
• TotalGoodPieces = 10
• ProductionPieces = 10, 10
• ProductionIncompletePieces = 0

ProductionRestarted ( 23:59:24)
• ArticleKey = 8049_11719
• Job = 8049_11719_1
• UserName = func1051
• PressSingleCycleActivated = 1
• ProductionRequestedPieces = 10
• UserRequestedPieces = 0
• TotalGoodPieces = 10
• ProductionPieces = 10, 10
• ProductionIncompletePieces = 0

ProductionTerminated ( 23:59:25 )
• ArticleKey = 8049_11719
• Job = 8049_11719_1
• UserName = func1051
• ProductionRequestedPieces = 10
• UserRequestedPieces = 0
• TotalGoodPieces = 10
• ProductionPieces = 10, 10
• ProductionIncompletePieces = 0

Counter
• Wire = P00159289, 97450, 96400
• Terminal = 414298726, 84, 80
• Terminal = 414127526, 80, 80
• Seal = P00004495, 166, 160
```

Figura 25 - *Feedback* ativo de uma máquina

Interpretando a informação contida no contador, a estrutura para cada linha é composta, pelo código do material, quantidade de material gasta (em milímetros se for fio ou unidades se for terminal ou vedante) e a quantidade suposta para executar a ordem. No exemplo foram consumidos terminais diferentes nas extremidades do fio e o mesmo vedante em ambos os lados. Pela subtração das quantidades, o excedente é considerado sucata e esta encontra-se quantificada por tipo de material e, para efeitos logísticos, por código de artigo.

Holisticamente, todo o material que a máquina corta o sistema consegue registar, isto é, as amostras exigidas pelo processo, a aprendizagem das máquinas e a produção são três campos passíveis de registo. Na Figura 26 está representado o diagrama do fluxo de informação do processo.

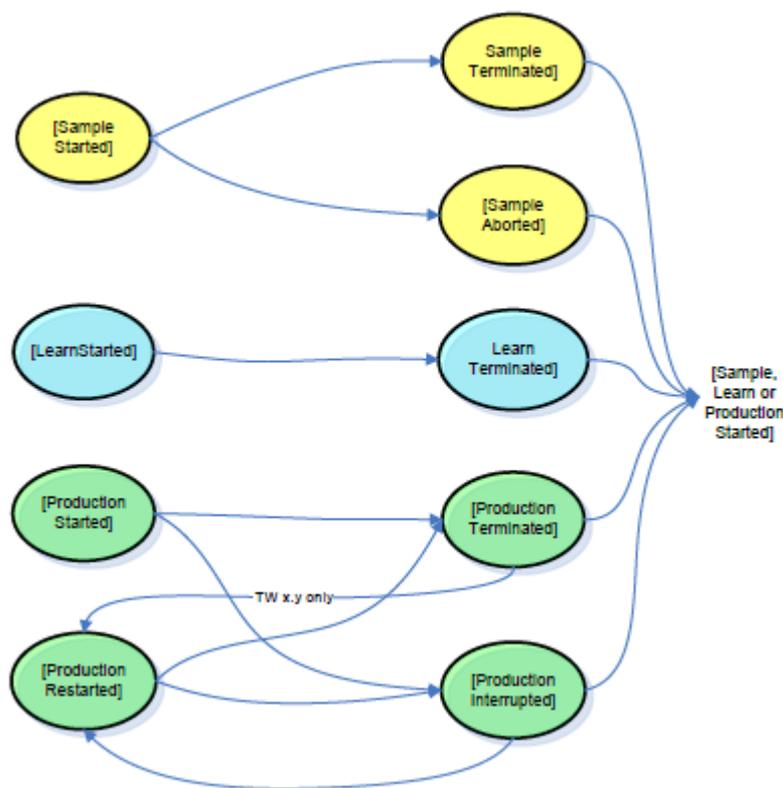


Figura 26 - Diagrama do feedback Production state data (KOMAX, 2016)

Potencializando esta capacidade, é pertinente obter estes consumos separadamente pois os excedentes de material provenientes do [Learn] referem-se à primeira categoria de sucata preparação das máquinas enquanto que os excedentes do [ProductionStarted] referem-se aos erros da máquina. Por outro lado, a causa relacionada com os testes de qualidades pode ser aprimorada uma vez que as amostras pertencem a esta categoria. Posto isto, duas causas de sucata que são pesadas irão ser substituídas pelo registo automático da máquina e com maior precisão nos dados obtidos.

Esta melhoria pode-se considerar implementada, no entanto situa-se numa fase final de testes de forma a compreender se todas as situações são abrangidas e não há dados que ficam esquecidos. Com o apoio informático, foi possível desenvolver um programa capaz de ler e traduzir a linguagem presente no *feedback* para dados em ficheiro Excel, necessários à análise e elaboração dos relatórios de sucata. Esta medida foi vista com bons olhos pela empresa, considerando um grande avanço e pioneira no grupo LEONI, onde o processo sai enrobustecido, caminhando na perspetiva da 4ª Revolução Industrial, em que um dos pilares é a automação e obtenção de dados reais em tempo real, reduzindo a intervenção errática humana. Em termos de sucata não se tem certezas do impacto que irá ter nos custos atuais dado que foi implementada na reta final do projeto e os dados não são suficientes para tecer conclusões, todavia existe uma poupança adjacente ao processo que importa realçar. Dado que as causas constantemente presentes nos registos são aquelas que o *software* consegue registar, as caixas correspondentes a essas categorias irão desaparecer e a pesagem tornar-se-á obsoleta. Assim, foi feito um levantamento de dados compreendendo 14 semanas, traduzidas em 68 dias de trabalho, com a frequência de registos, por máquina, única e exclusivamente com essas duas categorias de sucata, que levassem a poupança de tempo e deslocações no registo por parte do operador. De salientar que em cada dia de trabalho são feitos 3 registos, fruto dos três turnos de trabalho existentes no segmento de corte, quer isto dizer, se numa semana se trabalhar 4 dias no máximo pode ter 12 registos por máquina. Os dados obtidos estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Frequência de registos apenas com as duas categorias

Máquina Semana	132	135	138	304	355	361	364	365	371	38	718	736	771	804	805	Σ	Máx
sem 9	3	6	4	13	12	7	11	10	9	5	11	7	13	9	10	130	225
sem 10	4	4	3	11	9	3	6	8	5	2	13	3	10	8	4	93	225
sem 11	4	6	3	17	14	9	11	14	10	0	18	13	10	11	5	145	270
sem 12	2	5	3	9	11	4	10	12	6	5	11	14	10	8	4	114	225
sem 13	2	3	1	12	8	6	9	7	5	6	13	9	10	8	2	101	225
sem 14	5	4	2	12	9	9	7	12	6	6	15	11	10	9	4	121	225
sem 15	6	4	1	15	7	6	11	10	5	8	15	10	11	10	2	121	225
sem 16	9	6	1	13	8	7	6	13	6	6	13	7	6	7	1	109	225
sem 17	4	0	4	4	4	3	4	4	2	3	3	5	1	2	0	43	90
sem 18	4	1	2	5	6	10	8	9	5	9	10	8	4	5	2	88	180
sem 19	5	5	6	12	12	7	6	5	7	9	12	9	9	6	4	114	225
sem 20	6	3	2	13	11	9	9	11	8	9	14	9	8	9	2	123	270
sem 21	4	5	2	14	12	10	11	11	8	3	12	6	10	8	3	119	225
sem 22	4	2	2	13	13	7	12	12	7	10	11	12	8	8	2	123	225
Σ	62	54	36	163	136	97	121	138	89	81	171	123	120	108	45	1544	3060

Na coluna mais à direita está estipulado o valor máximo de registos possíveis numa semana, tendo em conta o número de dias de trabalho, número de máquinas e turnos (ex: sem11: 6 dias x 15 máquinas x 3 turnos = 270 registos). Tendo em conta o custo/hora de um operador, o número de ocorrências calculado de 1544 e o tempo médio estimado de 2 minutos para esta tarefa, desde a deslocação até à área de pesagem das caixas e retorno à máquina para registar no sistema os valores por cada caixa pesada, extrapolando para 1 ano de atividade laboral atinge-se o *saving* anual equivalente a 1,03% da sucata.

5.4.2 Abastecimento de fio: nova causa de sucata

Como já foi abordado na secção 5.3.1. na análise feita às causas-raiz, uma parcela da sucata do corte não se enquadrava em nenhuma das categorias já existente, pelo que foi criada uma nova designada de abastecimento do fio. Esta medida implica a inclusão de uma nova caixa de sucata junto das máquinas. Os dados da sucata desta categoria oscilam semanalmente devido ao planeamento semanal, contudo estima-se que estes representem 2,5% dos custos totais de sucata. Em contrapartida, esta categoria terá de ser pesada visto que o programa desenvolvido não consegue alcançar estes dados pois são fios que nem são cortados pela máquina.

5.4.3 Reformulações no processo de *dummies*

No que concerne a este tópico, pelos dados obtidos na fase *Measure*, as causas principais acontecem devido a perdas de informação ou material no fluxo do processo. Os fios cortados desaparecerem, principal causa dos *dummies*, são o retrato das perdas de material que frequentemente ocorrem no processo. Por isto, as medidas implementadas focam-se nesta causa e são no sentido de fortalecer o processo e prevenir o erro, onde se acredita que terá efeitos positivos a longo prazo.

No processo atual do corte, o sistema exige ao operador que seja feita uma leitura ótica do código de barras de um caixa livre, para onde se encaminharão os fios assim que a máquina finalizar o maço. No entanto, o operador consegue fazer o *scan* da caixa antes de a produção dos fios estar finalizada, com probabilidade de colocar na caixa de destino errada aquando do término da produção do lote. Desta forma, o sistema de gestão do corte (LPCS) foi modificado, permitindo apenas fazer a leitura ótica quando a carta de corte for finalizada.

Igualmente relacionada com esta causa, por vezes, o operador mistura na mesma caixa fios com destinos diferentes. Como já foi mencionado, os fios acabados do corte podem ir diretamente para a montagem, designados fios diretos, ou sofrerem outras transformações na Pré-Confeção.

Com o intuito de facilitar a tarefa do operador, foi incluído na carta de corte o destino, DIR para os fios diretos ou PC para Pré-Confeção.

Estas ações foram possíveis com a participação da líder do Segmento 1 com a partilha da experiência e com o apoio informático para alterar o sistema. Com estas medidas implementadas os ganhos esperados são a redução dos pedidos de *dummies* relativos a esta causa em 20% e, por consequência, redução do tempo improdutivo e redução da sucata que, apesar disso, é difícil de quantificar o impacto nesta última.

5.4.4 Terminais *Deutsch*

Esta família de terminais revela-se como uma das mais críticas dado que são das famílias com maior consumo interno e com elevada taxa de rejeição pelas máquinas de corte. Os mesmos terminais apresentam características distintas, tornando inexecutável a cravação destes terminais. Foi estabelecido contacto com o fornecedor dos terminais, a fim de descobrir a razão da pluralidade das condições materiais. O processo de lubrificação dos terminais nos 3 fabricantes era distinto, pelo que foi exigido uma ação de uniformização do processo de lubrificação. Após as correções no processo, foi feito o seguimento no ambiente produtivo do impacto das alterações, em que a taxa de rejeição diminuiu abruptamente. As repercussões desta medida refletiram-se na redução dos erros da máquina para esta família de terminais e, como os terminais apresentam-se mais rígidos, propicia a mais avarias e obriga a um maior desgaste das ferramentas de cravar e, consequentemente, maior consumo de peças sobresselentes. Desta forma, espera-se uma redução anual de mais de 20 peças, com um *saving* anual esperado equivalente a 1,82% do valor total de sucata.

5.4.5 Duplicação do registo de sucata na montagem

Semanalmente, os dados de sucata registados no LPMCS são exportados para uma folha Excel para serem integrados no relatório anual de sucata das linhas de montagem. Essa tarefa, ao encargo do autor desta dissertação, permitiu evidenciar um padrão anormal nos registos onde se exibiam, sucessivamente, referências com a mesma quantidade, na mesma linha, quantidades essas exageradas dado o consumo das mesmas pois a quantidade total registada de uma referência era superior à quantidade necessária da mesma para executar a ordem de produção das cablagens (Figura 27).

Mês	Semana	Data	Linha	Cabo	Ordem	Seq.	Causador	Peça	Tipo Peça	Ref. Fornecedor	Quantidade	Posto registro	Operaria	Preço Unit.	Sub-total	Peso (Kg)
NOV	48	29/11/18 9:42	SEG3-572	468-7216	174440	1	SEG3-572	p00117962	Conector	8N1514-32-375	2	572	fefa5001	CONFIDENCIAL		0,312
NOV	48	29/11/18 9:44	SEG3-572	468-7216	174440	1	SEG3-572	p00117962	Conector	8N1514-32-375	2	572	fefa5001	CONFIDENCIAL		0,312
NOV	48	29/11/18 9:42	SEG3-572	468-7216	174440	1	SEG3-572	p00117962	Conector	8N1514-32-375	2	572	fefa5001	CONFIDENCIAL		0,312
NOV	48	29/11/18 9:44	SEG3-572	468-7216	174440	1	SEG3-572	p00117962	Conector	8N1514-32-375	2	572	fefa5001	CONFIDENCIAL		0,312
NOV	48	29/11/18 9:43	SEG3-572	468-7216	174440	1	SEG3-572	p00117962	Conector	8N1514-32-375	2	572	fefa5001	CONFIDENCIAL		0,312
NOV	48	29/11/18 9:42	SEG3-572	468-7216	174440	1	SEG3-572	p00117962	Conector	8N1514-32-375	2	572	fefa5001	CONFIDENCIAL		0,312
NOV	48	29/11/18 9:44	SEG3-572	468-7216	174440	1	SEG3-572	p00117962	Conector	8N1514-32-375	2	572	fefa5001	CONFIDENCIAL		0,312
NOV	48	29/11/18 9:43	SEG3-572	468-7216	174440	1	SEG3-572	p00117962	Conector	8N1514-32-375	2	572	fefa5001	CONFIDENCIAL		0,312

Figura 27 - Exemplo de replicação de dados

Sempre que o erro era detetado, o abastecedor da linha cujo o erro assinalava foi interrogado para perceber se o sistema tinha alguma anomalia assim que registavam a sucata. Todos eles evidenciaram uma mensagem de erro devolvida pelo programa, em que, supostamente, não permitia registar. Contudo, pelo rastreio, cada vez que o sistema acusava erro, os dados eram duplicados integralmente. O número de replicações está intimamente relacionado com o número de erros no registo.

Na vertente logística, o impacto é assinalável já que estes dados são utilizados para abater nas quantidades existentes em armazém, conduzindo a diferenças de stock significativas onde o sistema de gestão de inventário apresenta menor quantidade de peças do que as que realmente tem, provocando em última instância, vias aéreas para colmatar faltas de material prioritário e imprescindível à produção.

De forma a descobrir a origem do *bug*, foi feita uma simulação de um registo com o objetivo de descobrir o erro adjacente, captando a mensagem de erro e comunicando ao departamento informático para proceder à correção. Infelizmente, o erro não foi detetado, mas o alerta existe dada a eminência de voltar a ocorrer.

Seguidamente, foi feito um rastreio ao ficheiro referente ao ano de 2018 para identificar os casos em que esta situação se repetia e eliminá-los. Assim, no ano transato, foi declarada cerca de 18,75% a mais do valor real de sucata nas linhas de montagem.

Nos primeiros cinco meses do ano, seguindo o mesmo mecanismo de eliminar os registos replicados, 3,36% da sucata das linhas provém do *bug*. Este valor não pode ser extrapolado para os 12 meses dado que o erro é furtivo e pode ocorrer em registos de componentes com menor valor monetário ou em peças mais dispendiosas.

Esta ação não é considerada uma proposta de melhoria tradicional, porém o erro apenas foi constatado no presente ano, o que leva a crer que os relatórios anteriores apresentam uma quota-parte inflacionada. A retificação deste erro é benéfica ao nível da sucata declarada, torna o sistema mais fiável e tem um impacto positivo nas diferenças de inventário.

5.4.6 Instrução de trabalho “Gestão de sucata” e Formação LPMCS

De forma a clarificar o processo de gestão de sucata nas várias áreas produtivas da empresa, o autor reformulou a instrução de trabalho dedicada ao tema da sucata, que se encontrava arcaica e com pouca informação disponibilizada acerca do processo. Nela consta a definição de sucata, no contexto da empresa, o procedimento de recolha ao longo das etapas do processo produtivo, regras de organização das áreas destinadas à sucata nas linhas, tendo em vista a metodologia 5S, a valorização da sucata e os relatórios adjacentes, que pode ser consultada no **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

Aliada à instrução de trabalho, foi dada formação aos abastecedores de linha para o registo de sucata no sistema (ver Anexo III - Formação LPMCS), ao mesmo tempo que foi feita uma ação de consciencialização em como os registos corretos e em tempo devido, facilitam a análise dos dados e permitem delinear estratégias de melhoria.

Na perspetiva de comparar com os dados da Tabela 10 apresentados na secção 5.2.4., foi feita a mesma recolha de dados para averiguar a eficácia das alterações acima referidas nos registos de sucata nas linhas, após a aprendizagem e consolidação das mesmas. Com estas medidas pretendia-se que a percentagem de registos corretos aumentasse, enquanto que, em sentido inverso, os registos errados e as linhas sem registos diminuíssem. Os novos dados encontram-se na Tabela 12, onde na coluna mais à direita consta o diferencial de melhoria.

Tabela 12 - Índices dos registos nas linhas após implementações

Certos	357	Registos corretos	69,59%	12,12% ↗
Errados	60	Registos incorretos	11,70%	6,34% ↘
Sem registos	96	Não registados	18,71%	5,78% ↘
Nº linhas	513	TOTAL	100,00%	
		Total peças não registadas (em %)	0,85%	3,41% ↘

Novamente, a amostra de 513 registos permite aferir com algum grau de certeza que os índices melhoraram consideravelmente, pelo que as medidas foram bem-sucedidas.

5.4.7 Mudança de paradigma e adição do preço unitário por artigo

Como já foi referido, mais do que alterações e medidas no processo, é também necessária uma mudança cultural no que toca à sucata. Muitas vezes o assunto é assumido como tabu, ignorando os problemas que sucedem e continuar na rotina produtiva. Devido ao sistema depender muito da avaliação e julgamento do operador, facilmente os materiais são sucutados mesmo que estes

possam não estar danificados. Uma das expressões mais ouvidas na empresa era “na dúvida é sucata”, espelhando a cultura existente. Uma das missões deste projeto foi tentar sensibilizar e consciencializar os operadores, visto que estes são o foco do processo, para os custos associados, a preponderância que têm na melhoria da empresa, motivar as pessoas para fazer melhor e alcançar melhores resultados de eficiência nas linhas em que trabalham.

Além desta mudança de paradigma, a diversidade de componentes na montagem é imensa, com uma amplitude de preços por artigo considerável. Assim, nesta onda de sensibilização, foi introduzido o preço unitário de cada artigo junto á etiqueta, proveniente do armazém, que acompanha o artigo até às caixas onde as operadoras das linhas retiram os artigos para montar (Figura 28). Esta mensagem foi difundida através dos chefes de turno, pessoal da qualidade que presta auxílio às linhas e líderes de segmento para que espalhassem a mensagem nas reuniões diárias. O objetivo era criar impacto junto dos operadores quando observassem alguns dos valores das peças que usualmente trabalham no dia-a-dia, principalmente com os componentes com maior peso na sucata. No horizonte temporal deste projeto não é esperado qualquer benefício, mas a longo prazo esta ação aliada à mudança de paradigma pode-se traduzir em *savings*.

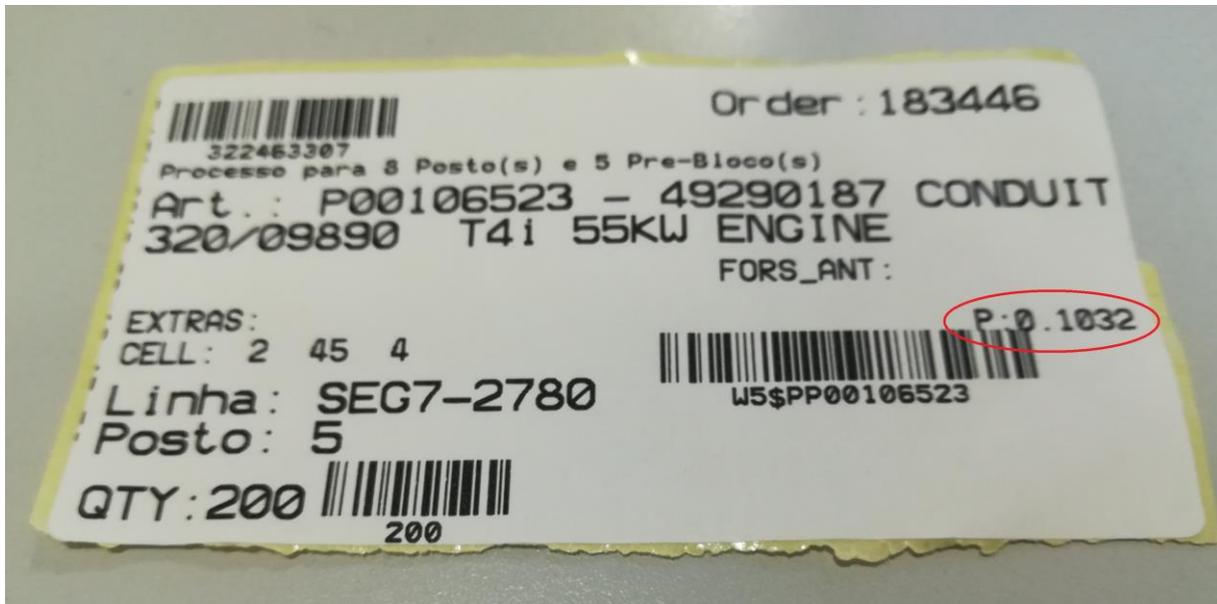


Figura 28 - Etiqueta com preço unitário incluído

5.4.8 Alteração de uma Instrução de Trabalho na montagem

Nesta secção serão apresentadas várias medidas implementadas para a redução de sucata, com intervenções quer no processo, quer nas instruções de trabalho.

No Segmento 4, um conector comumente usado originou sucata repetitivamente devido a aparecerem deformados. Após discussão com o responsável da qualidade, a origem do defeito prende-se com a má inserção dos terminais nas cavidades do conector. Estes conectores, bem como todos desta família, têm a particularidade de apresentar no interior das cavidades uma membrana de gel que rompe com a inserção do terminal. Logo, sempre que o terminal é mal inserido, o conector terá de ser sucitado pois perde uma das suas características críticas para a qualidade.

Deste modo, foi revista a instrução de trabalho existente relativa à montagem destes conectores específicos, que pode ser consultada no Anexo IV - Instrução de trabalho IT 3433-11 (Antes). Pela análise da instrução, as imagens não são esclarecedoras e podem suscitar dúvidas sobre a orientação de inserção do terminal nesta família de conectores. Posto isto, foi proposta uma nova instrução com imagens mais claras e inequívocas daquilo que é uma boa e má montagem, exemplificando com dois terminais para ser intuitiva a orientação dos mesmos. À semelhança da primeira, esta também contém exemplos de uma montagem correta e errada dos terminais, para que não sejam levantadas questões pelos operadores. A instrução atualizada e atualmente em vigor pode ser revista no Anexo V - Instrução de trabalho IT 3433-11 (depois). Esta medida revelou-se eficaz pois a monitorização feita quer pelos registos de sucata quer pela responsável da qualidade concluíram que a sucata dos conectores, sobre esta causa, reduziu quase na totalidade.

5.4.9 Conectores 4 vias

No que diz respeito à montagem, o segmento com maior impacto na sucata da empresa é o segmento 3 porque trabalha com componentes mais caros, refletindo-se nos custos. Tendo em conta os valores de sucata atingidos, foi crítico segmentar a sucata entre linhas de montagem e teste elétrico. Dado que é possível registar material danificado nas mesas de teste elétrico, inserindo no sistema a coordenadas correspondente à peça, foi colocada uma caixa de sucata para todas as mesas deste segmento para observar os valores e certificar que todo o material era registado. Através desta ação, foi possível identificar um conector bastante problemático, com origem de sucata nas mesas de teste (Figura 29).



Figura 29 - Conetor de 4 vias

A principal causa de sucata são as patilhas do conetor que partem constantemente. Após investigação e diálogo com os operadores, chegou-se à conclusão que as patilhas partem quando estes retiram as cablagens dos ganchos/cavaletes para os testar porque prendem nas outras que estão em WIP.

A solução rápida encontrada foi criar uma espécie de proteção com sacos-bolha em torno das extremidades da cablagem com esse conetor, sem provocar grande alterações no processo. Com esta medida foi alcançada a prevenção dos conetores, evitando o contacto das patilhas. Na Figura 30 está representada a solução encontrada.



Figura 30 - Conetor revestido com saco bolha

5.4.10 Croqui do processo de cravação

Num dos registos de sucata extraídos do LPMCS, foi possível verificar um elevado valor de sucata anormal. Deveu-se ao facto de terem sido sucitados 160 cabos de bateria com a orientação do terminal incorreta, com impacto de 1% nos custos de sucata de material do ano de 2018. Tendo em conta o histórico de 931 cabos produzidos no ano passado e as previsões para continuar a produção no presente ano, foi explorada a origem da orientação incorreta do terminal, que resultou na sucata de toda uma ordem produzida.

Após investigação do caso, foi observado que o croqui do processo de cravação dos terminais suscitava dúvidas na orientação dos terminais, no qual o operador interpretou de forma errada. Desta forma, foi requerido ao Engenheiro de Processo responsável para que melhorasse o croqui de maneira a que as dúvidas fossem dissipadas. Apesar da sucata já estar contabilizada, esta medida tem o caráter preventivo, uma vez que nada garantia que o problema não voltasse a suceder. Assim, face ao volume produtivo desta referência para 2019, foi estipulado um *saving* esperado de 50% dos cabos, ou seja, 0,5% dos custos totais de sucata.

5.4.11 Outras sugestões de melhoria não implementadas

Nesta secção serão abordadas duas propostas de melhoria que não foram possíveis implementar dada a restrição temporal do projeto.

Standard de afinação das ferramentas de cravar

Atualmente existem perto de 1000 ferramentas de cravar diferentes ativas, com modos de ajuste distintos. No processo de aprendizagem das máquinas, antes de iniciar o corte, os cabeçotes das ferramentas necessitam de ser ajustados para os parâmetros de altura de cravação e altura de isolamento. As ferramentas podem-se distinguir em dois grandes grupos quanto ao mecanismo de ajuste: ajuste através de rodas giratórias em que a roda superior está afeta à altura de cravação e a roda inferior à altura de isolamento; e ajuste com parafusos/cunhas, com um/uma para cada altura referida (Figura 31).

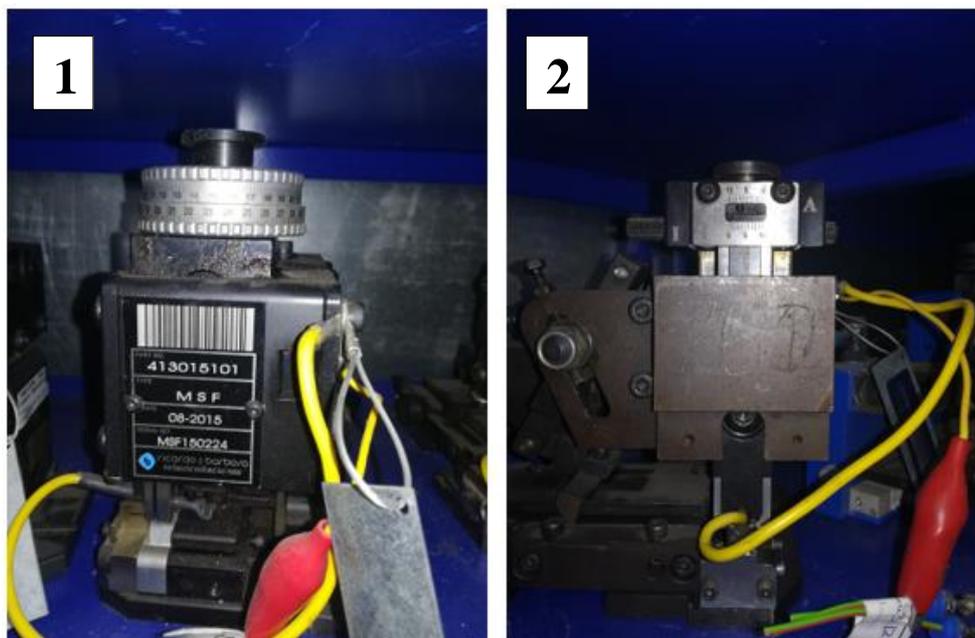


Figura 31 - Ferramenta de cravar com rodas giratórias (1) e ferramenta com parafusos (2)

No diálogo com os Serviços Técnicos, responsáveis por toda a gestão e manutenção das ferramentas de cravar, em particular nas ferramentas de rodas giratórias, referiram que existem duas condicionantes que importam notabilizar. A primeira é o sentido de ajuste, isto é, se as rodas apertam no sentido horário ou anti-horário, e a segunda é a divisão da escala de afinação, que quanto mais pequena a unidade maior a precisão, designada de afinação fina, ou com maiores intervalos de ajuste, chamada de afinação grosseira.

Dada a diversidade de ferramentas e as suas formas de ajuste, os operadores do corte não têm a capacidade de decorar como é que todas as máquinas ajustam, nem é expectável que o façam. Por isso, foi proposto criar um *standard* que seria colado na ferramenta (ou nas costas da placa que contém o código de barras da ferramenta para leitura ótica) com o sentido de afinação, consoante o tipo. No Anexo VI - Standard de afinação das ferramentas de cravar, podem ser consultados os 4 tipos de afinação propostos.

A ausência desta gestão visual junto das ferramentas implica que os operários efetuem a aprendizagem por tentativa-erro, principalmente no que diz respeito ao sentido em que a ferramenta aperta. Esta tarefa está intimamente ligada com a sucata dado que quanto mais iterações na aprendizagem, mais sucata é produzida na categoria da preparação das máquinas. Além disso, conduz a tempos de *setup* maiores. Esta proposta esperar-se-ia que tivesse impacto tanto na sucata como na diminuição do tempo improdutivo e, conseqüentemente, aumento do OEE das máquinas.

Esta iniciativa não foi implementada dada a restrição temporal, mas também a dificuldade de quantificar o impacto desta ação na melhoria do processo, ou seja, não foi conseguido estimar o tempo ganho ou a poupança de material por *setup* efetuado. Contudo, acredita-se no potencial que esta medida possa ter num futuro próximo.

Dispositivo de controlo e placa rotativa da estante de bobinas

No sistema atual, a entrada e saída de bobinas das células da estante não é monitorizada. Sempre que o operador de corte termina uma ordem e necessita de trocar de referência de fio, este tem de efetuar leitura ótica da nova referência, porém, se se esquecer de o fazer, o sistema assumirá a última referência a ser consumida. Admite-se aqui um modo de falha, no sentido em que o operador pode enganar o sistema quanto ao fio que está a ser cortado.

Com a integração de sensores de presença em cada célula, pretende-se que o sensor detete os movimentos de entrada e saída, em que quando deteta a saída da bobina apaga os dados no LPCS e obriga a nova leitura. Com isto pretende-se que o sistema seja mais fiável, com menor probabilidade de erros.

Por outro lado, foi proposto um mecanismo que rebobinasse automaticamente o fio nas bobinas com visto à redução de sucata relativa ao abastecimento do fio, além do ganho de tempo em que o operador rebobina manualmente.

Dada a retenção de custos, estas ideias foram para análise a fim de calcular o orçamento necessário para implementação, sendo que a primeira aparenta necessitar de menor investimento.

5.5 DMAIC – Fase Control

Após implementar as ações de melhoria, se estas não forem controladas e monitorizadas a tendência é para voltar ao estado inicial. Desta forma, esta fase tem um papel preponderante na medida em que sustem os ganhos e melhorias pretendidas com as atividades realizadas na fase anterior. Nesta fase pretende-se estabilizar o processo para que o novo estado desempenhe nos níveis desejados, bem como a detetar erros e problemas através da monitorização do processo. Adicionalmente, a eficácia das melhorias é avaliada, suportada no potencial retorno para a empresa.

5.5.1 Impacto e eficácia das melhorias

Além das medidas implementadas, importa realçar a importância da mudança do *mindset* relativamente ao tema de sucata. A consciencialização e sensibilização para a problemática assumem um papel fulcral, com influência positiva na performance produtiva.

Analogamente aos dados da Tabela 6 - Índice de sucata mensal do corte correspondente a 2018 obtidos na secção 5.2.2., foi feita a mesma monitorização para os primeiros cinco meses do ano, com o objetivo de avaliar a eficácia das mudanças no corte. Os dados obtidos estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Índice de sucata mensal do corte 2019

Mês	€ sucata/fio cortado
JAN	0,001475
FEV	0,001399
MAR	0,001443
ABR	0,001470
MAI	0,001451
Média	0,001448

A média do custo de sucata por fio cortado relativamente aos primeiros cinco meses de 2018 estabeleceu-se em 0,001506€/fio cortado. No mesmo período, em 2019, o valor decresceu para 0,001448€/fio cortado, considerando um resultado positivo para o corte.

Dado que o número de fios cortados decresceu 2,66% comparativamente aos cinco meses iniciais de 2018, seria de esperar que a sucata diminuísse proporcionalmente. No entanto, em 2019 a sucata caiu 6,53% relativamente ao mesmo período de 2018, o que revela a eficácia das medidas implementadas.

De modo a alcançar os valores para o ano de 2019, foram utilizados os valores dos fios cortados e sucata mensais para produzir uma estimativa dos valores no final do ano.

Com auxílio do Excel, as funções alcançadas estão ilustradas na Figura 32.

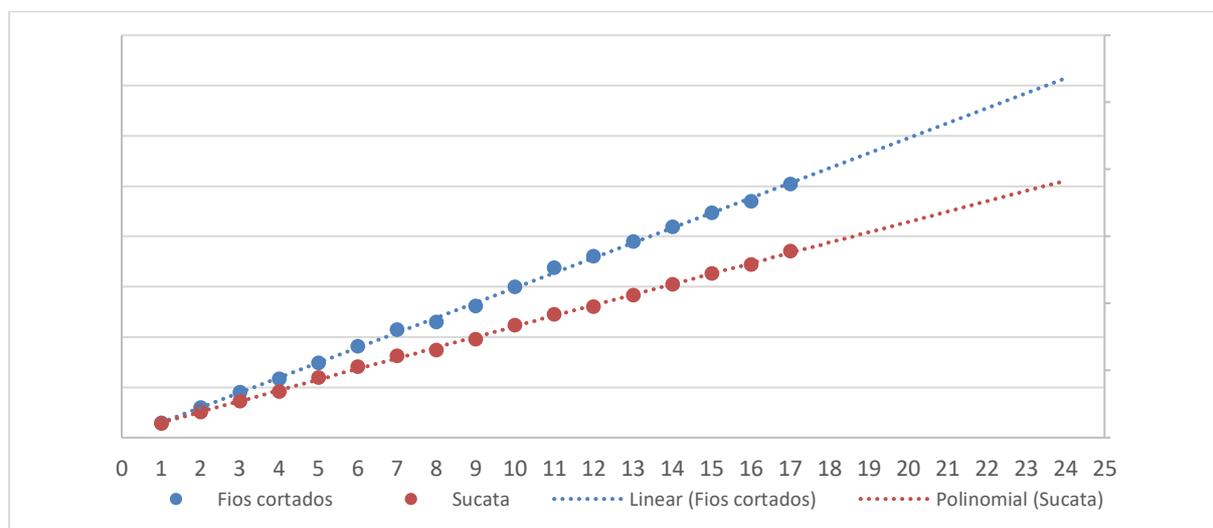


Figura 32 - Previsão dos dados até ao final de 2019

Tanto os eixos verticais relativos ao número de fios cortados e valores de sucata como as equações das previsões foram censuradas por conterem informações sensíveis. No entanto, por observação da figura, foram criadas linhas de tendência com previsão para 7 períodos, correspondentes aos meses de junho19 até dez19. Os dados relativos dos períodos 1 a 17 dizem respeito aos meses de jan18 até maio19 (término do estudo), respetivamente. Para os fios cortados optou-se por uma regressão linear, assumindo que a produção manter-se-á constante, enquanto que para a sucata foi escolhido uma função polinomial de grau 2 pois apresenta uma ligeira atenuação da curva, em que o autor acredita que será este o comportamento, face às medidas implementadas.

Posto isto, com recurso à equação polinomial espera-se uma redução estimada em 3,73 pontos percentuais. Visto que esta redução ocorre somente no segmento 1, sendo este responsável por

88,32% dos custos totais de sucata (figura 13), extrapolando para valor global estima-se uma redução de 3,29% ($3,73\% * 0,8832$) da sucata em 2019.

De forma a avaliar o impacto das ações de melhoria, foi elaborado um quadro-resumo com o objetivo de condensar todos os resultados e/ou benefícios descritos na fase anterior (*Tabela 14*).

Tabela 14 - Quadro-resumo com os resultados esperados com as medidas implementadas

Ação/Medida	Processo de sucata	Processo de gestão	Benefícios/<i>Savings</i> esperados
Registo de sucata automático nas máquinas de corte		X	- Poupança anual de registo manual de 1,03% do valor de sucata
Abastecimento de fio: nova causa de sucata	X		- Dados mais aproximados da realidade com a adição desta causa - 0,48% de poupança até mai19 com previsões de aumentar
Reformulações no processo de <i>dummies</i>		X	- Redução dos custos de material relativos a <i>dummies</i> de 1,18% do total de sucata
Terminais <i>Deutsch</i>		X	- Redução de sucata por diminuição de erros na máquina (não calculável) - Poupança de peças de substituição equivalente a 1,82%
Duplicação do registo de sucata na montagem	X		- Sistema fidedigno e à prova de erros - Valor muito volátil e imensurável
Croqui do processo de cravação	X		- <i>Saving</i> de 0,5% dos custos totais
Intervenções no corte e alerta para a problemática da sucata	X		- Poupança de 3,29% do valor total de sucata
Subtotal processo de sucata			4,27%
Subtotal processo de gestão			4,03%
Total			8,30%

As ações efetuadas na montagem não incorporam o quadro pois tratam-se de casos pontuais com um valor considerado residual em comparação às restantes, embora contribuam para o aumento da eficiência e diminuição de erros e constrangimentos no ambiente produtivo.

Na tabela foram discriminadas as ações pela sua incidência no projeto. As ações com influência direta na sucata da empresa são classificadas de “Processo de sucata” e as que, não tendo impacto direto na sucata, influenciam o processo de gestão do mesmo e com a redução de custos adjacentes também contribuem positivamente para a melhoria do sistema. Importa ressaltar que as ações identificadas como “Processo de gestão”, indiretamente afetam a sucata gerada pois a redução dos pedidos de *dummies* implica menos fios cortados nas máquinas e, por conseguinte, menos sucata. Por outro lado, a melhoria das condições físicas dos terminais *Deutsch* afeta positivamente a sucata, pois a máquina deteta menos erros e, assim, menos sucata nessa categoria.

Aquando da definição do projeto no *Define*, ficou definido o objetivo de redução da sucata em 5%, conforme consta no *project charter*. Apesar do objetivo não ter sido conseguido, a componente inerente à gestão da sucata revelou-se preponderante, contribuindo igualmente com redução de custos. O *saving* total esperado de 8,30% espelha o balanço positivo conseguido com a implementação desta filosofia *Lean Six Sigma*.

5.5.2 Monitorização do processo

Um dos principais problemas que o autor enaltece é a falta de análise dos valores de sucata obtidos. Apenas se limitam a processar e tratar os dados para elaborar relatórios, contudo denota-se uma falta de ceticismo em relação aos valores encontrados. Desta forma, com o objetivo de monitorizar todo o processo de sucata, foi implementado o controlo da sucata semanal quer no corte quer na montagem.

Inicialmente, na previsão dos custos de sucata para 2019 pelo Departamento de Qualidade, foi atribuído um objetivo anual para cada segmento da empresa e, particularmente, para cada setor da empresa (corte, pré-confeção e linhas de montagem). Mediante estes valores, o autor atribuiu um objetivo mensal para cada uma das áreas referidas consoante os valores alcançados no ano transato. Tal como a produtividade, a sucata não é constante, o que implica uma definição de objetivos condizentes com os dados históricos de 2018 para que as metas sejam lógicas e mensuráveis. Para além disso, trabalhar sobre um objetivo pode-se revelar um fator estimulante e motivacional para todos.

No corte, atendendo aos valores mensais, foi também atribuído um objetivo semanal e por cada máquina de corte. Mais uma vez, foi tido em consideração os valores alcançados por cada máquina.

Com isto, nos relatórios semanais do corte, foi incluído o objetivo com o intuito de, por uma simples visualização gráfica, estabelecer se o desempenho foi acima ou abaixo da mete pré-definida. Na Figura 33 está um exemplo de monitorização realizada no corte.

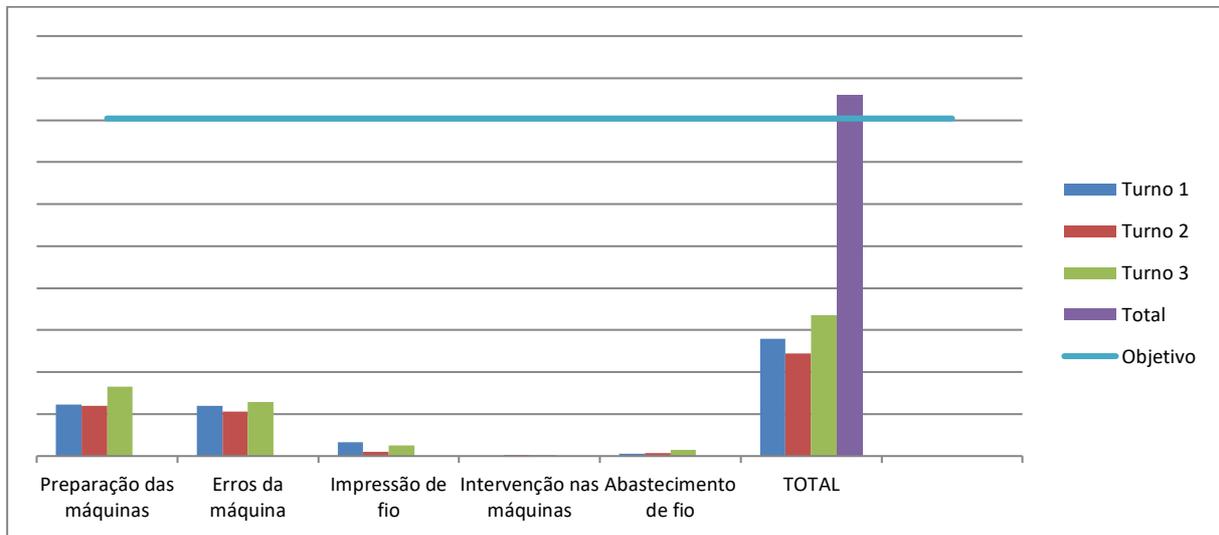


Figura 33 - Sucata geral do corte semana 23, com objetivo

Pela observação gráfica, verifica-se que na nessa semana o corte ultrapassou o valor de sucata estipulado, ilustrado pela barra roxa. De forma a descobrir onde o desempenho é menos positivo, foi também incluída a análise por turnos, que nunca tinha sido realizada. Desta forma, é facilmente destacável o turno com maior produção de sucata em cada uma das categorias, bem como no somatório delas. Esta comparação permite desencadear ações com o objetivo de uniformizar o processo entre turnos, por forma à performance ser estável e igualitária.

Além disso, um gráfico semelhante ao acima apresentado é traçado para cada máquina de corte, a fim de verificar o seu desempenho. Na Figura 34 está representada a monitorização para uma máquina.

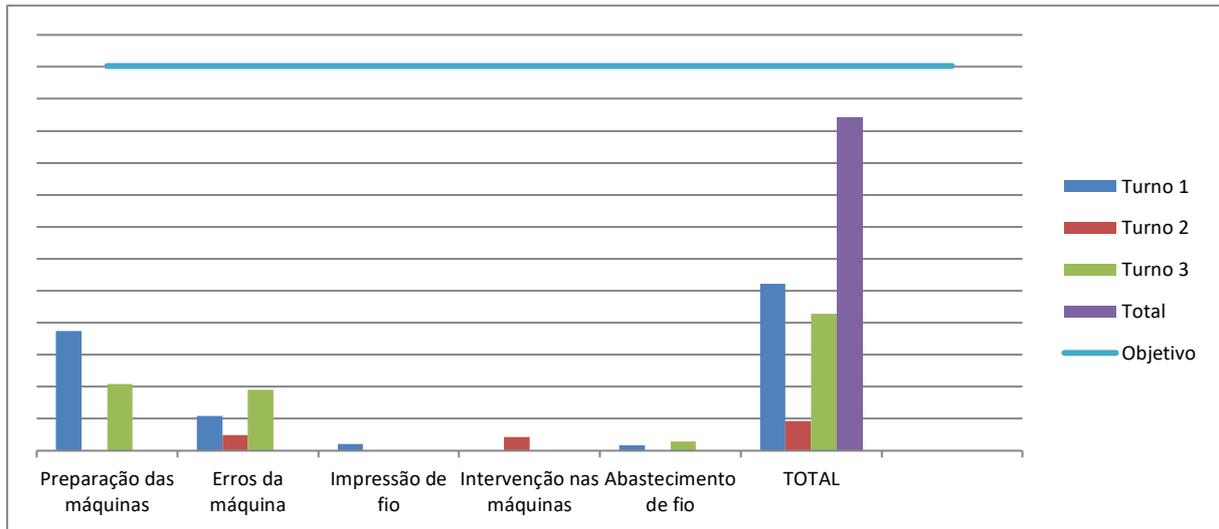


Figura 34 - Sucata da máquina ALPHA 138 na semana 23, com objetivo

Baseado neste gráfico, pode-se concluir que esta máquina não contribuiu para que o resultado geral do corte fosse negativo pois esta máquina produziu menos sucata que o objetivo. No entanto, a escolha deste exemplo foi premeditada dado que, por observação do gráfico, não consta nenhuma barra vermelha, referente ao turno 2, na categoria “Preparação das máquinas”. Já que a máquina esteve funcional toda a semana e a sucata nesta categoria é assídua, o suporte visual permite investigar as causas que levaram à falta destes dados, com a finalidade de melhorar o processo. Este atributo visual da análise é uma vantagem pois realça anomalias no processo de sucata que, como já foi dito, apresenta lacunas nomeadamente na recolha de dados dependente do operador.

Igualmente no corte e pré-confeção (Segmento1) e nas linhas de montagem (Segmentos 2, 3, 4, 5 e 7), sempre que os valores de sucata superam os objetivos estipulados, um conjunto de ações são despoletadas a fim de averiguar os motivos de tal desempenho.

Cada segmento tem um ficheiro Excel com a monitorização da sucata. No caso do Segmento 1, Corte + Pré-Confeção, nos restantes segmentos tem uma folha afeta a cada linha de montagem. Esta segmentação permite que os responsáveis de cada segmento analisem os dados obtidos e elaborem medidas corretivas para os diversos problemas que surgem.

De seguida, a monitorização é complementada com um *Action Plan*, recorrendo a um *template* interno para assinalar os problemas mais relevantes e, posteriormente, tentar resolvê-los.

Este plano de medidas é uma instrução LEONI, que não estava a ser utilizada nem os seus principais benefícios potencializados, revelando-se um desperdício. Por conseguinte, a utilização desta ferramenta tornou-se imperativa aquando da análise dos valores de sucata. O plano é constituído por uma primeira fase onde se descreve o problema ocorrido ou, no caso da

montagem, os materiais responsáveis por elevados índices de sucata com o impacto monetário associado. Seguidamente, a fase mais importante do plano, em que se recorre à ferramenta 5W com o principal objetivo de descobrir a causa-raiz do problema enunciado anteriormente. De seguida, existe um campo destinado às medidas propostas, bem como o responsável do tópico, *deadline* e os critérios para avaliar os resultados. No Anexo VII – Monitor de sucata segmento 4 pode ser consultado um dos monitores de sucata existentes na empresa.

As medidas implementadas com impacto na montagem, e referidas na fase anterior do DMAIC, resultam de problemas que foram realçados na monitorização semanal. A envolvência do pessoal do Departamento de Qualidade afeto às linhas de montagem contribuiu com o seu conhecimento detalhado do processo. Deste modo, as soluções encontradas revelaram-se eficazes e focadas no problema.

Além da importância que a monitorização do processo possui no controlo do processo e fomentação do *brainstorming* de ideias para resolver problemas, uma das lacunas reconhecidas é o não aproveitamento das capacidades analíticas humanas onde os participantes apenas se limitam a efetuar o seu trabalho, coincidindo com o 8º desperdício da filosofia *Lean*.

Assim, pretende-se que as pessoas disponham de mais tempo para refletir sobre os dados, com o intuito de criar soluções viáveis e, efetivamente, focar no que acrescenta valor ao processo.

6. CONCLUSÃO

Neste último capítulo são apresentadas as principais conclusões deste projeto de dissertação. Adicionalmente, são identificados alguns pontos que podem ser desenvolvidos para trabalho futuro no âmbito do conteúdo apresentado nesta dissertação.

6.1 Conclusões

O principal objetivo desta dissertação incidiu na redução de sucata gerada em 5% (anual), sob a forma de qualquer material, que ocorria nas várias etapas do sistema produtivo da LEONI Portugal.

Para melhor compreensão do processo de sucata, foi imprescindível conhecer o sistema produtivo e o fluxo de material e de informação que o suporta, a fim de identificar as potenciais causas para as perdas notabilizadas na empresa.

Depois de compreendido o sistema produtivo, foram identificados vários problemas: sistema de medição de sucata no corte inadequado, valorização não real dos materiais, processo muito dependente ao operador sujeito ao erro e material recusado em condições qualitativamente aceitáveis.

Posteriormente foram recolhidos dados para quantificar as causas e medir o impacto destas no desempenho global do sistema. Os dados recolhidos basearam-se nos registos de sucata efetuados em cada uma das etapas do processo contendo informação relativa à causa de sucata, tipo de material sucitado, quantidade (número de peças e valor monetário), entre outras informações relevantes. A análise dos dados permitiu identificar que o corte era a área produtiva com maior proporção de sucata, cujas causas principais eram o material gasto na preparação das máquinas e os erros assinalados pelo *software* das máquinas de corte. Posto isto, o projeto de dissertação focou-se inicialmente na área de corte de forma a tentar obter melhorias significativas. Numa segunda fase, foi analisado o comportamento das linhas de montagem individualmente, com a finalidade de observar se o tratamento da sucata era uniforme.

Assim, apresentaram-se algumas propostas de melhoria, suportadas no conhecimento adquirido com auxílio da metodologia DMAIC e das ferramentas contíguas, assentes na filosofia *Lean Six Sigma* que orientou este projeto. As ações sugeridas visaram sobretudo a diminuição de erros produtivos existentes no sistema produtivo, principalmente na montagem; a normalização do tratamento de sucata desde o processo de registo até ao seu destino; a obtenção de dados de sucata automatizada na área do corte cuja principal vantagem é eliminar a componente humana e ganhar tempo para outras atividades; a valorização real para permitir uma análise verdadeira

dos dados recolhidos e o sistema informático mais robusto, capaz de retratar a situação física sem erros.

As propostas implementadas permitem atingir resultados positivos para empresa. Os benefícios estimados foram fragmentados em duas componentes: processo de sucata e processo de gestão. Na primeira estima-se uma redução de 4,27%, em que esta redução diz respeito apenas a material propriamente, enquanto na segunda estima-se uma redução de 4,03% respetivamente a melhorias associadas às atividades circundantes deste processo. Apesar dos 5% na parte material não ter sido alcançada, na conjuntura global estima-se uma redução total de 8,30% face ao valor geral de sucata apresentado pela empresa.

Não obstante do cumprimento das metas propostas no arranque do projeto, o autor deparou-se com dificuldades e limitações normais, fruto do contexto real e complexo do projeto e das inúmeras variáveis presentes. A principal dificuldade que o autor enaltece prende-se com a mentalidade e o paradigma da empresa com a temática da sucata, onde a prioridade não está vincada na resolução de problemas para diminuir a mesma, mas sim na produção para colmatar o material anteriormente sucitado. Ou seja, a premissa foca-se em cada individualidade realizar as tarefas para as quais revelam competências, num pensamento mecanizado e robotizado. Contrariamente, foi transmitida a mensagem de que cada trabalhador é parte integrante do projeto e que pode contribuir positivamente para o défice da sucata, propondo ideias e sugestões de melhoria. Desta forma, foi travada uma “batalha” constante e gradual para alterar o *chip*, pois por mais medidas e soluções encontradas, as pessoas têm um papel primário para o sucesso. No caso das limitações do projeto, o projeto estendeu-se a todo o sistema produtivo, pelo que não foram possíveis concluir todas as iniciativas pretendidas (descritas neste documento e outras) devido à diversidade das áreas de atuação. Aliada a este tópico, a duração do projeto não permitiu que este tomasse outras dimensões e fosse extensivamente trabalhado, realçando apenas as principais oportunidades e ações iniciais.

Em suma, com base nos valores apresentados considera-se que o objetivo do projeto foi atingido, onde foi possível o desenvolvimento de competências por parte do autor, ao mesmo tempo que a empresa viu os seus índices de qualidade melhorados. Contudo, um projeto desta natureza, tal como todos os projetos de melhoria, é incessante e evolutivo.

6.2 Trabalho futuro

Na perspetiva de melhoria contínua do processo de sucata, o autor sugere como trabalho futuro o aproveitamento das capacidades das máquinas de corte, nomeadamente os *feedbacks*. Além

do uso dos dados da máquina para elaborar os registos de sucata, é possível calcular eficazmente OEE da máquina pois é conhecido o tempo real em que a máquina está parada e quanto tempo até retomar a produção. Além disto, contém *feedbacks* próprios para detalhar os erros da máquina ou calcular indicadores estatísticos como capacidade do processo. Otimizar as potencialidades da máquina deve ser uma realidade, dando grandes passos no sentido da Indústria 4.0 onde a obtenção de grandes quantidades de dados em tempo real é uma premissa (*BIG DATA*). No sentido inverso, o não aproveitamento destas características revela-se um desperdício dos recursos existentes.

Aliada à obtenção dos dados, a mentalidade inculcada no quotidiano deve ser reformulada, onde se requer maior disponibilidade para análise de dados e pensamento profundo das causas adjacentes aos dados. Como já foi referido, o oitavo desperdício do *Lean* corresponde à não potencialização das capacidades humana, em que o operador se limita apenas a trabalhar e não questionar os acontecimentos.

Complementarmente, sugere-se a exploração das medidas não implementadas referidas em 5.4.11, onde se acredita que trará ganhos substanciais na sucata produzida e um processo mais robusto relativamente ao fluxo de informação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antony, J., & Banuelas, R. (2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring Business Excellence*, 6(4), 20–27. <https://doi.org/10.1108/13683040210451679>
- Arnheiter, E. D., & Maleyeff, J. (2005). The integration of lean management and Six Sigma. *The TQM Magazine*, 17(1), 5–18. <https://doi.org/10.1108/09544780510573020>
- Barney, M. (2002). Motorola's Second Generation. *Six Sigma Forum Magazine*, 1(3), 13–16.
- Chassin, M. R. (1998). Is Health Care Ready for Six Sigma Quality? *Milbank Quarterly*, 76(4). <https://doi.org/10.1111/1468-0009.00106>
- Chen, M., & Lyu, J. J. (2009). A Lean Six-Sigma approach to touch panel quality improvement. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 20(5), 445–454. <https://doi.org/10.1080/09537280902946343>
- Corbett, M. (2014). SIPOC – An Amazing Way to Reduce Waste and Streamline Workload.
- Cox, I., Gaudard, M. A., Ramsey, P. J., Stephens, M. L., & Wright, L. T. (2010). *Making Data Analysis Lean*.
- Dahlgaard, J. J., & Dahlgaard-Park, S. M. (2006). Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. *TQM Magazine*, 18(3), 263–281. <https://doi.org/10.1108/09544780610659998>
- Desai, D. A. (2006). Improving customer delivery commitments the Six Sigma way : case study of an Indian small scale industry. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 2(1), 23–47.
- Fonseca, L. M., & Domingues, J. P. (2018). The best of both worlds ? Use of Kaizen and other continuous improvement methodologies within Portuguese ISO 9001 certified organizations both worlds. *The TQM Journal*, 30(4), 321–334. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2017-0173>
- Friedli, T., Basu, P., Bellm, D., & Werani, J. (2013). *Leading Pharmaceutical Operational Excellence*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Fullerton, R. R., Kennedy, F. A., & Widener, S. K. (2014). Lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management accounting practices. *Journal of Operations Management*, 32(7–8), 414–428. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2014.09.002>
- Hahn, G. J., Doganaksoy, N., & Hoerl, R. (2000). The evolution of six sigma. *Quality Engineering*, 12(3), 317–326. <https://doi.org/10.1080/08982110008962595>
- John, A., Meran, R., Roenpage, O., & Staudter, C. (2008). *Six Sigma Toolset*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kumar, U., Crocker, J., Chitra, T., & Saranga, H. (2006). *Reliability and Six Sigma*. Springer Science & Business Media.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S., & Choo, A. S. (2003). Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, 21, 193–203.
- Marques, P. A., Requeijo, J. G., Saraiva, P. M., & Guerreiro, F. F. (n.d.). Seis Sigma: DMAIC ou DFSS?
- Marques, P., & Matthé, R. (2017). Six Sigma DMAIC project to improve the performance of an aluminum die casting operation in Portugal. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(2), 307–330.
- Mitchell, T. P. (2004). *Principles of Lean Thinking: Tools & Techniques for Advanced*

Manufacturing. National Research Council Canada.

- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*.
- Pacheco, D., Pergher, I., Vaccaro, G. L. R., Jung, C. F., & Caten, C. ten. (2015). 18 comparative aspects between Lean and Six Sigma: Complementarity and implications. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(2), 161–175.
- Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(2), 138–155. <https://doi.org/10.1108/02656711011014276>
- Pyzdek, T. (2000). Six Sigma and Lean Production. *Quality Digest*, January.
- Robson, C. (2002). *Real World Research* (2nd edn). Oxford: Blackwell.
- Rother, M. (2010). *Toyota kata: gerenciando pessoas para melhoria, adaptabilidade e resultados excepcionais*. Bookman Editora.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *for business students fifth edition*.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- Sheridan, J. H. (2000). ‘Lean Sigma’ Synergy.’ *Industry Week / IW*, 249(17), 81–82.
- Snee, R. D. (2010). Lean Six Sigma – getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(1), 9–29. <https://doi.org/10.1108/20401461011033130>
- Staudter, C., Hugo, C. von, Bosselmann, P., Mollenhauer, J.-P., Meran, R., & Roenpage, O. (2013). *Design for Six Sigma Toolset*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Sunder, V. (2013). Synergies of Lean Six Sigma. *IUP Journal of Operations Management*, 12(1), 21–31.
- Sunder, V., & Antony, J. (2015). Six-sigma for improving Top-Box Customer Satisfaction score for a banking call centre. *Production Planning & Control - The Management of Operations*, 26(16), 1291–1305. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1021879>
- Sunder, M. V., Ganesh, L. S., & Marathe, R. R. (2018). A morphological analysis of research literature on Lean Six Sigma for services. *International Journal of Operations & Production Management*, 38(1), 149–182.
- Werkema, C. (2006). *Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing*. Werkema Editora (Vol. 4).
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*.
- Woodruff, R. B. (1997). Customer value: The next source for competitive advantage. *Journal of the Academy of Marketing Science*, (Spring), 139–153. <https://doi.org/10.1007/BF02894350>

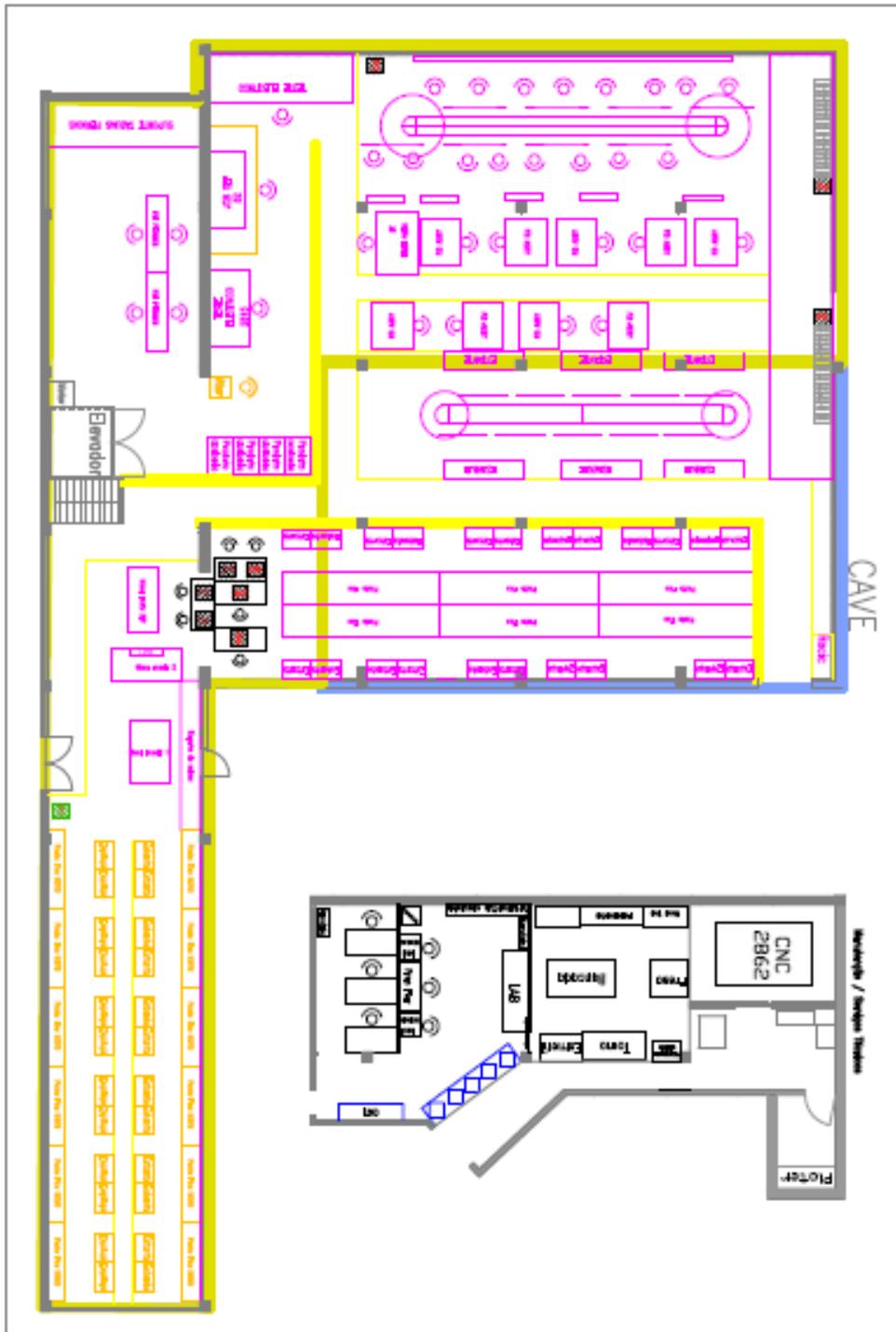


Figura 36 - Layout LEONI (cave)

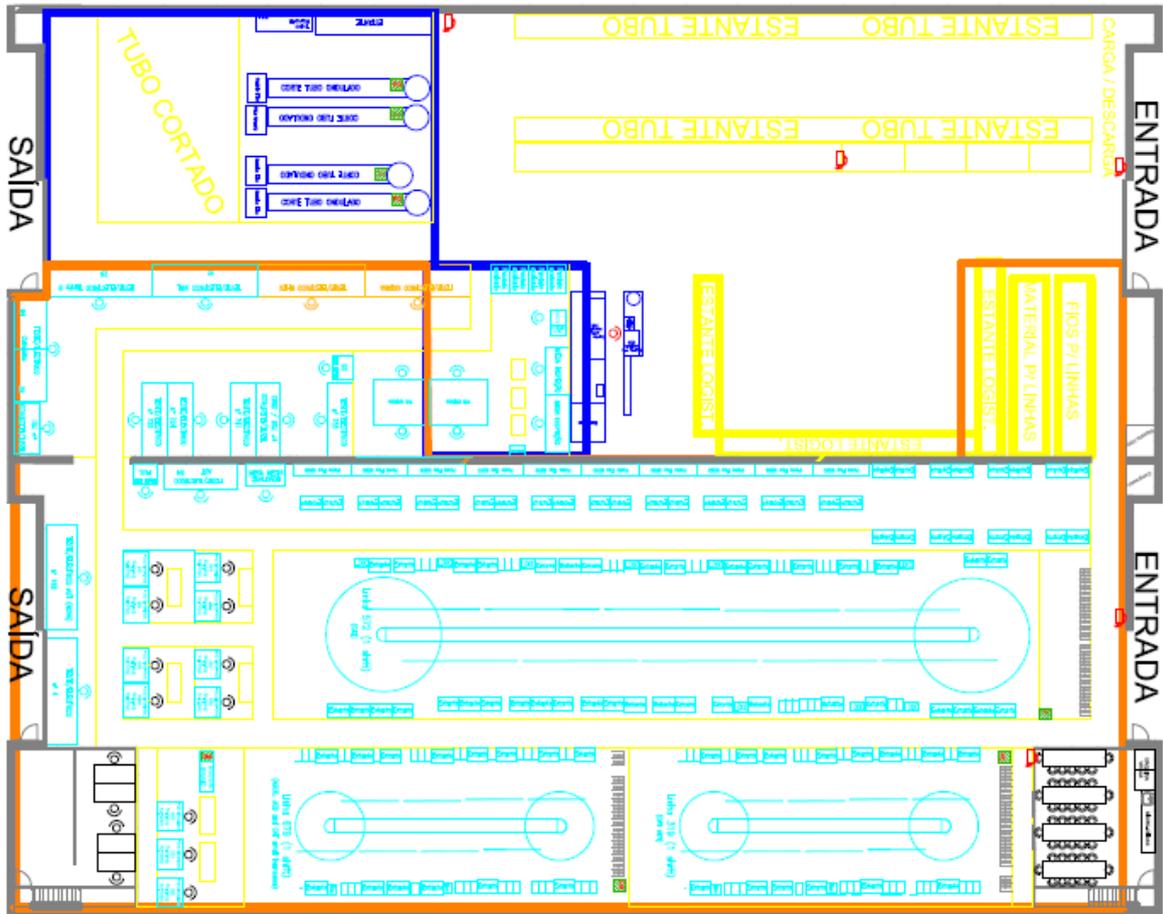


Figura 37 - Layout LEONI (edifício B)

ANEXO II - INSTRUÇÃO DE TRABALHO IT 3352-11

IT 3352-11

Página 1 de 6

Gestão de sucata

LEONI

1. Finalidade:

Esta instrução determina o processo de gestão de sucata na LP.

2. Âmbito de validade:

Em todo o fluxo de produção da LP.

3. Termos, Definições:

Sucata: Output de um processo de produção que não é produto acabado nem WIP.

4. Decurso / Realização:

4.1 Recolha da sucata:

Área de corte de fio (Recolha central do 51: canto do edifício atrás da estante de fio)

Área de corte de tubo (Pavilhão II)

Área de Montagem (Segmentos) e Pré-confeção (Espaço exterior)

A. Receção de materiais

Disposição	Categoria	Definição	Resp.	Valorização	Envio para centro de recolha
Caixa 1	Material recusado	Sucata derivada de falha do fornecedor ou falha interna de manuseamento	QM	FORS via LPMCS	Semanalmente, no início da semana

B. Nas máquinas de corte de fio (Seg.1)

A sucata é colocada em 4 caixas brancas e 1 caixa azul (300 x 200 x 120 mm) situadas junto a mesa de trabalho.

Disposição	Categoria	Definição	Resp.	Valorização	Envio para centro de recolha
Caixa 1	Preparação da máquina	Sucata originada ao longo do processo de aprendizagem da máquina	Operador	FORS via WPCS (Automático) Fio: metros Terminal: unidade Seal: unidade	No final do turno
Caixa 2	Erros da máquina	Sucata derivada de erros detetados pelo software da máquina (erros de cravação, seal, impressão, entre outros)	Operador	FORS via WPCS (Automático) Fio: metros Terminal: unidade Seal: unidade	No final do turno

Figura 38 – Instrução de Trabalho IT 3352-11 (1/6)

Disposição	Categoria	Definição	Resp.	Valorização	Envio para centro de recolha
Caixa 3	Impressão de fio	Sucata derivada de impressão ilegível.	Operador	Peso – Ver secção 4.3	No final do turno
Caixa 4	Intervenção na máquina	Sucata derivada a problemas técnicos que surjam na máquina, material gasto para testar a funcionalidade da máquina.	Operador	FORS via WPCS (Automático) Fio: metros Terminal: unidade Seal: unidade	No final do turno
Caixa 5	Abastecimento de fio	Sucata originada nas trocas de fio da estante quando não é enrolado na bobina. Sucata correspondente à distância entre a posição da bobina na estante e a posição da máquina.	Operador	Peso – Ver secção 4.3	No final do turno

NOTA: sucata gerada nos estudos de capacidade e força de extração é valorizada pelo peso (secção 4.3); sucata gerada pelos testes de qualidade (amostras corte) é registada automaticamente pelo WPCS.

C. Nas máquinas de corte de tubo (Seg.1)

A sucata é colocada em 2 caixas vermelhas (520 x313 x 197 mm) situadas junto a mesa de trabalho.

Disposição	Categoria	Definição	Resp.	Valorização	Envio para centro de recolha
Caixa 1	Preparação da máquina	Sucata originada ao longo do processo de aprendizagem da máquina	Operador	Peso – Ver secção 4.3	No final do turno
Caixa 2	Intervenção na máquina	Sucata derivada a problemas técnicos que surjam na máquina, material gasto para testar a funcionalidade da máquina.	Operador	Peso – Ver secção 4.3	No final do turno

Figura 39 - Instrução de Trabalho IT 3352-11 (2/6)

D. Na Pré-confeção (Seg.1)

A sucata é colocada em 1caixa vermelha (240 x 150 x 125 mm) situada junto ao posto de pinos.

Disposição	Categoria	Definição	Resp.	Valorização	Envio para centro de recolha
Caixa 1	Material recusado	Sucata originada durante o processo de pré-confeção, por danificação de materiais ou mal conceção do produto.	Operador	Fio, tubo: Peso – Ver secção 4.3 Restantes componentes: FORS via LPMCS	Semanalmente, no início da semana

NOTA: sucata gerada nos testes de qualidade é valorizada pelo peso (secção 4.3)

E. Montagem (restantes Segmentos)

A sucata é colocada em 2/3 caixas vermelhas (240 x 150 x 125 mm ou 520 x 313 x 197 mm) situadas junto ao posto de abastecimento de cada linha.

Disposição	Categoria	Definição	Resp.	Valorização	Envio para centro de recolha
Caixa 1	Material recusado/ Sucata de material	Sucata originada durante o processo de montagem das cablagens, devido a erro de montagem, acondicionamento ou manipulação do material	Line Runner/ Shift Leader	Componentes: FORS via LPMCS	Semanalmente, no início da semana
Caixa 2	Sucata de fio	Sucata derivada ao mau manuseamento/ danificação de fio	Line Runner/ Shift Leader	A definir (possivelmente pelo LPMCS através ordem de corte e item)	Semanalmente, no início da semana
Caixa 3	Sucata de tubo	Sucata derivada ao mau manuseamento/ danificação de tubo	Line Runner/ Shift Leader	Peso – Ver secção 4.3 LPMCS	Semanalmente, no início da semana

NOTA: a caixa 3 é apenas necessária nas linhas que operem com tubo, caso contrário só são necessárias duas caixas.

Figura 40 - Instrução de Trabalho IT 3352-11 (3/6)

F. Foaming

Disposição	Categoria	Definição	Resp.	Valorização	Envio para centro de recolha
Ganchos	Sucata de cablagem	Sucata originada no processo de Foaming sem possibilidade de qualquer reparação, derivado	AO's	FORS via LPMCS	Colocar na zona destinada à sucata de cablagens logo que for efetuado o registo no LPMCS

G. Braiding

Disposição	Categoria	Definição	Resp.	Valorização	Envio para centro de recolha
Área de quarenta	Sucata de fio braid	Sucata originada no processo de Braiding, devido a erros de montagem ou fim de rolo	Operador	Peso - Ver secção 4.3	Semanalmente, no início da semana

H. Teste elétrico

Disposição	Categoria	Definição	Resp.	Valorização	Envio para centro de recolha
Caixa 1	Material recusado	Sucata derivada a erro de montagem, peça danificada ou peça errada	Operador/ Shift leader	FORS via LPMCS	Semanalmente, no início da semana

I. Retrabalho

Disposição	Categoria	Definição	Resp.	Valorização	Envio para centro de recolha
Caixa 1	Sucata de materiais	Sucata derivada a erro de montagem	Operador/ AO	FORS via LPMCS	Semanalmente, no início da semana

Figura 41 - Instrução de Trabalho IT 3352-11 (4/6)

J. Devoluções

Disposição	Categoria	Definição	Resp.	Valorização	Envio para centro de recolha
Zona de devoluções	Sucata de cablagem	Sucata originada no processo de Foaming sem possibilidade de qualquer reparação	AO's	FORS via LPMCS (Folha Excel Devoluções)	Colocar na zona destinada à sucata de cablagens logo que for efetuado o registo no LPMCS

Atenção: nas cablagens destinadas à sucata, a etiqueta de identificação deve ser retirada

4.2 Regras de organização por área:

As caixas devem estar bem visíveis, delimitadas com fita vermelha, com a identificação impressa de forma legível.

Nas caixas deve constar apenas material já registado, sem misturar com o material em espera de ser sucitado.

O processo de registo de sucata é feito no LPMCS -> Relatórios -> Sucata Avulso, separador "Registo de Sucata", preenchendo os campos necessários.

A sucata de cada caixa deve estar em sacos separados, com a identificação visível do segmento e linha (ex: SEG2-601).

4.3 Valorização da sucata:

A sucata no processo de corte implica duas vertentes de registo, automático e manual, descritas na tabela que se segue:

Motivo (corte de fio)	Registo automático	Registo manual
Preparação das máquinas	×	
Erros da máquina	×	
Impressão de fio		×
Testes de qualidade (amostras)	×	
Estudos de capacidade		×
Intervenção nas máquinas	×	
Erro de produção		×
Abastecimento de fio		×
Outros		×

Figura 42 - Instrução de Trabalho IT 3352-11 (5/6)

Para os motivos sucitados automaticamente pelas máquinas de corte, o cálculo é efetuado considerando o comprimento (fio) ou a quantidade (terminais, vedantes) e o valor indicado no sistema FORS, específico para cada PN.

Para os restantes motivos sucitados manualmente e restantes processos, a valorização é feita pelo peso, de acordo com os valores estabelecidos em baixo.

- Sucata de fio: 5.47 € /Kg. Este valor deve ser revisto anualmente. É calculado considerando o preço médio do fio de maior consumo.
- Sucata de tubo: 1 € /Kg. Este valor deve ser revisto anualmente. É calculado considerando o preço médio do tubo de maior consumo.
- Sucata de Fio Braid: 6.7 € /Kg. Este valor deve ser revisto anualmente. É calculado considerando o preço médio do material de maior consumo.
- Restantes componentes: valor indicado no sistema FORS.

4.4 Relatórios/ consulta:

O relatório da sucata geral da fábrica pode ser consultado no diretório R/Reducao Sucata/ano (presente)/GERAL_FÁBRICA.

A estrutura de análise da sucata é comum a todos os segmentos: um PDCA disponível para cada segmento e um gráfico de monitorização semanal da sucata com os objetivos para cada linha de produção com o intuito de facilmente identificar as semanas que estão acima do objetivo definido.

A sucata é monitorizada e atualizada numa base semanal.

4.5 Ações corretivas:

Cada segmento deve preencher o PDCA respetivo, onde expõe problemas encontrados ou potenciais situações críticas no processo. Uma vez definido o problema, pretende-se chegar à causa-raiz por meio dos 5W. De seguida, existe uma discussão onde são propostas medidas/ações para solucionar o problema onde é feito um controlo afim de assegurar que este foi resolvido.

5. Documentação válida:

Anexo 1 Registo de sucata de cablagens

AA 3121 Custos relacionados com a qualidade

Figura 43 - Instrução de Trabalho IT 3352-11 (6/6)

ANEXO III - FORMAÇÃO LPMCS

- 1- Códigos iniciados por "P00xxxxxx" inserir 2 "P" como na figura. A unidade da referência é atualizada automaticamente.

The figure consists of two screenshots of a software window titled "Relatório de Sucata Avulso". The window is divided into two tabs: "Relatório" and "Registro de Sucata". The "Registro de Sucata" tab is active. The form contains several input fields: "Ordem de Produção" (value: 12345), "Local de Registro" (value: TESTE), "Código" (value: AAAAAA000), "Sequência" (value: 1), "Usuário" (value: CONFABR), and "Causador" (value: TESTE). Below these fields, there are two instructions: "Insira o código FORS da Peça a registrar:" and "Ou Indique o Grupo de Material:". In the first screenshot, the code "P00141805" is entered in the first field, and the unit "Kilogramas" is shown in the second field. A blue arrow points from the code field to the second screenshot. In the second screenshot, the code "P00141805" is still in the first field, but the unit has changed to "Metros".

Figura 44 - Formação LPMCS (1/2)

- Depois de todos os códigos terem sido introduzidos e estarem listados como na figura, clicar em Registrar (Nota: se der erro ao “Registrar”, o registo foi efetuado na mesma)

- Para o caso de fios ou tubo que não se saiba o **Part Number**, escolher a categoria **Fios e Cabos** e inserir o peso em Kg.

- Registrar a sucata assim que a peça é reportada e não deixar acumular.
- Registo nas mesas de teste: inserir a coordenada da mesa de teste no campo respetivo e a quantidade a sucatar. Depois de adicionadas todas as peças “Registrar”.

Figura 45 - Formação LPMCS (2/2)

ANEXO IV - INSTRUÇÃO DE TRABALHO IT 3433-11 (ANTES)

IT 3433-11**LEONI**

Introdução dos terminais no conector "Gel"
Só para informação

Pág. 1 de 1

1.0 Objectivo
Assegurar a correcta inserção do terminal na caixa stoff. 418098730.

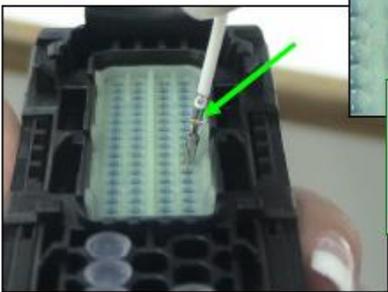
2.0 Zona de vigência
Segmento onde são produzidas as cablagens AGCO.

3.0 Conceitos, Definições
Correcta posição e inserção na caixa para evitar terminais mal encaixados. Um terminal mal encaixado irá recuar do conector e deixar de fazer contacto eléctrico.

4.0 Determinações, responsabilidades
O operário da linha de montagem é responsável por cumprir esta instrução.

5.0 Realização

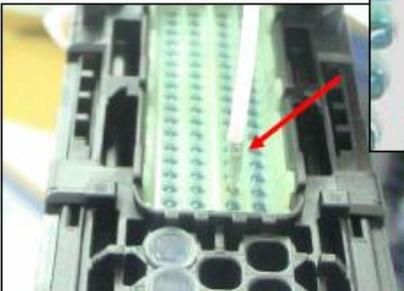
Correcto



Ter em atenção o sentido de introdução do terminal (Frente da cravação)

Inserção correcta: Terminal com os filamentos contra o gel e confirmar se fica bem encaixado sentindo o "CLIC" para fechar correctamente o conector.

Errado



Ter em atenção o sentido de introdução do terminal (Costas da cravação)

Inserção incorrecta: Terminal com os filamentos virados de frente para o gel, não deixa fechar o conector.

Feito por: Sílvia Santos 08.08	Alterado por:	Aprovado por:
--------------------------------	---------------	---------------

Figura 46 - Instrução de trabalho IT 3433-11 antes da alteração

ANEXO V - INSTRUÇÃO DE TRABALHO IT 3433-11 (DEPOIS)

IT 3433-11

Introdução dos terminais no conector "Gel"

LEONI

Página 1 de 1

1.0 Finalidade
Assegurar a correta inserção do terminal no conector de gel. Um terminal mal inserido irá recuar e deixar de fazer contacto elétrico.

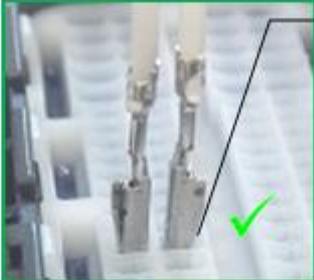
2.0 Zona de vigência
Segmento onde são produzidas as cablagens AGCO.

3.0 Conceitos, Definições
O conector de gel tem as seguintes particularidades:
- O terminal pode ser inserido pelos dois lados mas apenas fica retido quando inserido do lado correcto.
- Em caso de inserção incorrecta a cavidade Gel fica sempre danificada o que origina a sucata sistemática do conector

4.0 Determinações, responsabilidades
O operário da linha de montagem é responsável por cumprir esta instrução.

5.0 Realização

Correto

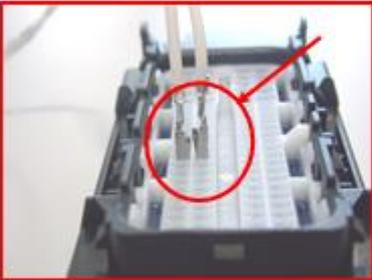


Vista das cavidades.
A cavidade tem a forma do terminal



Inserção correcta: Os terminais têm de ser inseridos com a parte dos filamentos voltados para fora das cavidades. Terminais costa contra costa. Sente-se / ouve-se um "CLIC".
Puxar e empurrar o terminal para confirmar a retenção do terminal (correcto encaixe).

Errado



Inserção incorrecta: Os terminais foram inseridos com a parte dos filamentos voltados para dentro das cavidades. Terminais com a parte da cravação frente a frente. O gel está danificado e o terminal mal inserido!

6.0 Documentação válida
VA 3039 Manuseamento e rastreabilidade de produtos não conformes

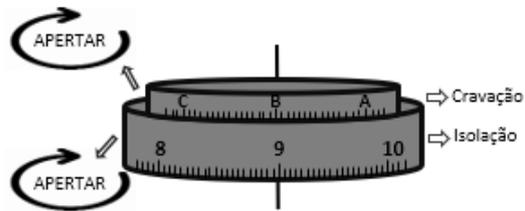
Feito por: Sílvia Santos 08.08	Alterado por: Sofia Silva 1/03.09	Aprovado por: F. Duarte
--------------------------------	-----------------------------------	-------------------------

Figura 47 - Instrução de trabalho IT 3433-11 depois da alteração

ANEXO VI - STANDARD DE AFINAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE CRAVAR

Afinação fina – Tipo 1

Ferramenta representativa – 894



Afinação fina – Tipo 2

Ferramenta representativa - 587

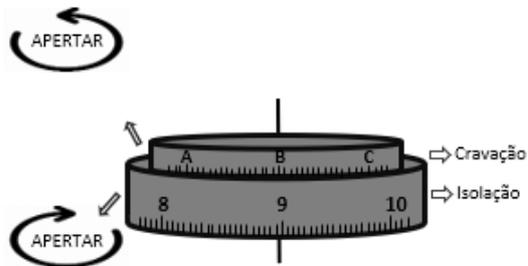
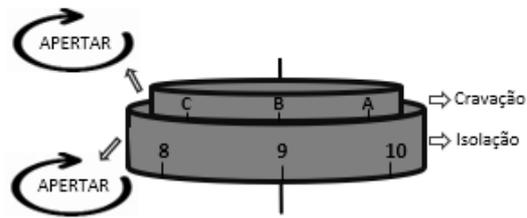


Figura 48 - Standard de afinação das ferramentas (1/2)

Afinação grosseira – Tipo 3

Ferramenta representativa - 440



Afinação com parafuso/cunhas – Tipo 4

Ferramenta representativa - 762

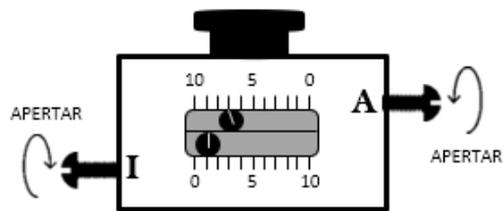


Figura 49 - *Standard* de afinação das ferramentas (2/2)

ANEXO VII – MONITOR DE SUCATA SEGMENTO 4

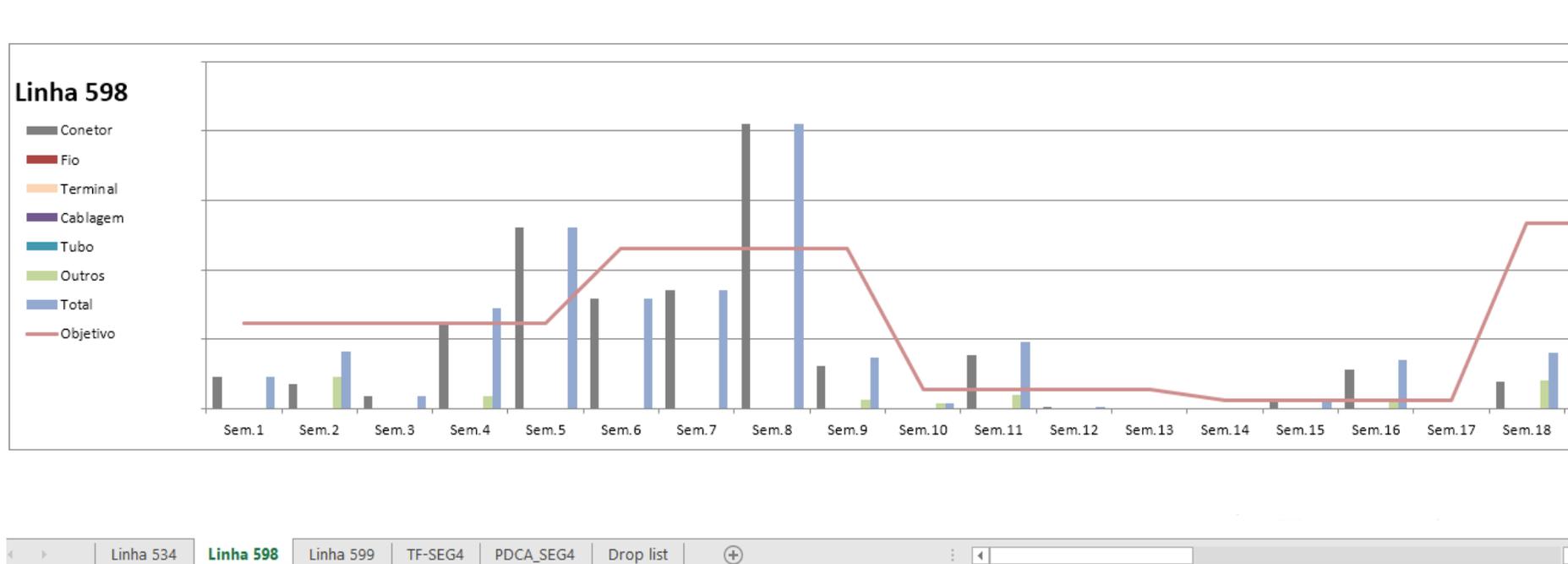


Figura 50 - Exemplo de monitorização de sucata (1/2)

Action plan
Plan of Measures including Result Check

Process / problem : SUCATA SEGMENTO 4 - 2019		Initiator:				Opening Date: Last update:		
Nr.	Deviation – Potential for improvement	Root cause analysis (at least from 5 x why)	Measures	Responsible	Deadline	Criteria for Evaluation of Result	Done	Success Check/ (Signature/Date)
1	Semana 05/2019 (Fev) Tipo de material: Caixas Total: 1 [Linha 534] 5x 418921170 Subtotal: 1  33x 418892750 Subtotal: 1 	CAIXAS SUCATADAS Porquê 1? - conectores deformados Porquê 2? - terminal partiu dentro do conector Porquê 3? - má injeção dos terminais nos conectores e ao bandajar o tramo os terminais cedem e ficam os fios esticados Porquê 4? - falta do auto-controlo Porquê 5? -	Rever a IT 3433-11 e plano de controlo 4.1 montar conectores	Sofia Silva	Target: 06/2019 Actual:06/2019		<input checked="" type="checkbox"/>	Sofia Silva
2	Semana 05/2019 (Jan) Tipo de material: Caixas Total: 1 [Linha 598] Semana 08/2019 (Fev) Tipo de material: Caixas Total: 1 [Linha 598] 	CAIXAS SUCATADAS Porquê 1? - conectores deformados Porquê 2? - muitas trocas de polos Porquê 3? - dificuldade em interpretar os conectores Porquê 4? - falta de polaridade impressa no conector Porquê 5? -	Alertar a equipa para os ppm's e explicar como montar o conector	Tiago Fernandes	Target:06/2019 Actual:06/2019		<input checked="" type="checkbox"/>	Tiago Fernandes
	Semana 06 até 08/2019 (Jan) Tipo de material: Caixas Total: 1 [Linha 599] 	CAIXAS SUCATADAS Porquê 1? - Conectores deformados Porquê 2? - Terminais recuados Porquê 3? - A bandagem é feita antes de travar o conector Porquê 4? -Falta do auto controlo Porquê 5? -	Reforçar com a equipa a importancia do auto-controlo e alertar para travar o conector antes da bandagem	Tiago Macedo	Target:06/2019 Actual:06/2019		<input checked="" type="checkbox"/>	Tiago macedo
	Semana 09/2019 (Fev)	CAIXAS SUCATADAS	Informar o chefe de departamento	João Abreu	Target:10/2019		<input checked="" type="checkbox"/>	João Abreu

Figura 51 - Exemplo de monitorização de sucata (2/2)