

Melhoria de processo com recurso ao Lean Seis Sigma Caso de estudo

(Versão final após defesa)

João Miguel Lopes Mendes Cruz

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Fernando Manuel Bigares Charrua Santos
Co-orientadora: Prof. Doutora Tânia Daniela Felgueiras de Miranda Lima

julho de 2021

Folha em branco

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Doutor Fernando Manuel Bigares Charrua Santos pela compreensão, acompanhamento e ajuda dada ao longo deste caminho.

À Haco Etiquetas S.A. e a todos os seus colaboradores pela amabilidade, disponibilidade e sentido de cooperação, essenciais para a concretização desta dissertação, possibilitando a aplicação de todo o conhecimento adquirido a um caso real, prático e desafiante.

À minha família, namorada e amigos por estarem sempre presentes, apoiando e ouvindo exaustivamente os meus receios e conquistas ao longo deste percurso.

Aos meus professores e colegas que me acompanharam desde o primeiro dia, quando ingressei na Universidade da Beira Interior.

Obrigado.

Resumo

A melhoria do processo produtivo é um objetivo contínuo das organizações. O Lean Seis Sigma (LSS) pertence ao último leque de metodologias de melhoria contínua e surge da simbiose entre o pensamento Lean e a abordagem Seis Sigma (SS), com o intuito de colmatar as fraquezas de ambas as estratégias. O LSS foca-se na eliminação do desperdício e redução da variabilidade do processo, através da aplicação da ferramenta de cinco etapas Define, Measure, Analyse, Improve, Control (DMAIC) com o intuito de resolver problemas que afetam o processo produtivo das organizações.

O objetivo desta dissertação é a melhoria do processo produtivo através da implementação do LSS a um caso de estudo, a Haco Etiquetas S.A. Para tal, ocorre uma caracterização e desenvolvimento de um ciclo DMAIC com o intuito de dar resposta à problemática levantada.

Inicialmente é definido o problema da organização que queremos ver resolvido. No caso em estudo, a problemática incide na produção de etiquetas com defeitos, resultando em desperdício. De seguida ocorre uma mensuração do mesmo. A fase seguinte consiste numa análise causa-efeito ao principal motivo de defeitos, estipulado na fase de análise. Posteriormente, são apresentadas propostas de melhoria, uma relacionada com a mudança da estratégia de manutenção e a outra sobre a implementação de um sistema Andon aos teares. Por último, a fase de controlo surge como o término deste ciclo.

O LSS é uma abordagem de melhoria de processos, abrangente e contínua, pois fornece ferramentas tais como o ciclo DMAIC, que capacitam a organização a resolver problemas identificados de uma forma estruturada, cimentando as etapas até se alcançar o objetivo da sua implementação.

Palavras-chave

Lean Seis Sigma;DMAIC;melhoria;defeitos;etiquetas

Folha em branco

Abstract

Improving the production process is an ongoing objective for organizations. Lean Six Sigma (LSS) belongs to the latest range of continuous improvement methodologies and arises from the symbiosis between Lean Thinking and the Six Sigma (SS) approach, to address the weaknesses of both strategies. The LSS focuses on eliminating waste and reducing process variability, through the application of the five-step tool Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) to solve problems that affect the productive process of organizations.

The objective of this dissertation is to improve the production process through the implementation of the LSS to a case study, Haco Etiquetas S.A. To this end, there is a characterization and development of a DMAIC cycle to respond to the problem raised.

Initially the problem of the organization that we want to be solved is defined. In the case under study, the problem focuses on the production of defective labels, resulting in waste. Then there is a measurement of it. The next phase consists of a cause-effect analysis of the main reason for defects, stipulated in the analysis phase. Subsequently, proposals for improvement are presented, one related to the change in the maintenance strategy and the other on the implementation of an Andon system to the looms. Finally, the control phase appears as the end of this cycle.

The LSS is a process improvement approach, comprehensive and continuous, as it provides tools such as the DMAIC cycle, which enable the organization to solve identified problems in a structured way, cementing the steps until the objective of its implementation is achieved.

Keywords

Lean Six Sigma;DMAIC;improvement;defects;labels.

Folha em branco

Índice

Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia	2
1.4 Estrutura da dissertação	4
Enquadramento teórico.....	5
2.1 Lean Seis Sigma	5
2.2 Lean	6
2.3 Seis Sigma.....	7
2.4 Simbiose Lean – Seis Sigma	9
2.4.1 Limitações do Lean e do Seis Sigma	10
2.4.2 Integração Lean – Seis Sigma	11
2.5 Ciclo DMAIC.....	15
2.5.1 Fase de definição.....	18
2.5.2 Fase de medição.....	19
2.5.3 Fase de análise.....	20
2.5.4 Fase de melhoria.....	21
2.5.5 Fase de controlo.....	22
Caso de estudo	25
3.1 Apresentação da empresa	25
3.1.1 Missão, Visão e Valores	26
3.1.2 Objetivos Estratégicos.....	26
3.1.3 Organograma da Empresa	27
3.2 Caracterização do processo produtivo.....	27
3.2.1 Definições Técnicas.....	27
3.2.2 Etiquetas: Fios, Fundos e Teares.....	28
3.2.3 Processo produtivo	31
Aplicação do Lean Seis Sigma ao caso de estudo	35
4.1 Fase de definição.....	35
4.2 Fase de medição	36
4.2.1 Análise ABC relativa ao ano 2018	37
4.2.2 Análise ABC relativa ao ano 2019.....	39
4.2.3 Análise ABC relativa ao ano 2020	40
4.2.4 Análise crítica	41
4.3 Fase de análise.....	42

4.3.1 Análise crítica.....	47
4.4 Fase de melhoria.....	48
4.4.1 Definição da estratégia de manutenção.....	48
4.4.2 Estudo sobre a aplicação de um sistema Andon	51
4.5 Fase de controlo.....	54
Conclusões.....	55
Referências bibliográficas	57

Lista de Figuras

Figura 1 - Ferramentas comuns ao Lean e ao Seis Sigma	11
Figura 2 - Alguns modelos Lean Seis Sigma existentes	13
Figura 3 - Natureza da vantagem competitiva	14
Figura 4 - Proposta de implementação do LSS na organização	16
Figura 5 - Esboço de uma proposta de abordagem LSS.....	17
Figura 6 - Ferramentas usadas na implementação do LSS.....	18
Figura 7 - Organograma da Haco-Etiquetas S.A.	27
Figura 8 - Tear eletrônico de pinças.....	29
Figura 9 - Tear eletrônico de agulhas.....	30
Figura 10 - Processo produtivo da Haco-Etiquetas S.A.	31
Figura 11 - Análise ABC relativa ao ano 2018.....	38
Figura 12 - Análise ABC relativa ao ano 2019	40
Figura 13 - Análise ABC relativa ao ano 2020.....	41
Figura 14 - Defeito associado aos queimadores	43
Figura 15 - Queimador.....	44
Figura 16 - Diagrama causa-efeito.....	45
Figura 17 - Área de fixação do sensor	53
Figura 18 - Luzes Andon.....	53

Folha em branco

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Fase de definição.....	18
Tabela 2 - Fase de medição.....	19
Tabela 3 - Fase de análise.....	21
Tabela 4 - Fase de melhoria.....	22
Tabela 5 - Fase de controlo.....	23
Tabela 6 - Tipos de teares.....	30
Tabela 7 - Reprogramações relativas ao ano 2018.....	37
Tabela 8 - Reprogramações relativas ao ano 2019.....	39
Tabela 9 - Reprogramações relativas ao ano 2020.....	40

Folha em branco

Lista de Acrónimos

ANOVA	Análise de Variância
BB	Black Belt
DFSS	Design for Six Sigma
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improvement, Control
DOE	Design of Experiments
FMEA	Failure Mode and Analysis Effect
GB	Green Belt
GE	General Electric
LSS	Lean Seis Sigma
MB	Master Belt
QFD	Quality Function Deployment
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Output, Costumers
SMED	Single Minute Exchange of Die
SPC	Controlo Estatístico do Processo
SS	Seis Sigma
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
TQM	Total Quality Maintenance
VSM	Value Stream Mapping
YB	Yellow Belt

Folha em branco

Capítulo 1

Introdução

O primeiro capítulo desta dissertação corresponde à introdução, na qual inicialmente é elaborado um breve enquadramento, de seguida são apresentados os objetivos da mesma, a metodologia adotada para a sua construção e por fim, a apresentação da estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

As organizações procuram constantemente novas formas de melhoria, tornando-se ainda mais crítica essa busca em tempos de incerteza económica. Surgem novas e distintas abordagens de melhoria dos negócios, mas o foco mantém-se. O Lean Seis Sigma pertence à última geração de abordagens de melhoria contínua (Snee, 2010).

A melhoria contínua é uma estratégia importante para o sucesso a longo prazo de todas as organizações (Antony et al., 2017). O Lean e o Seis Sigma tornaram-se nas mais populares estratégias para o desenvolvimento da melhoria contínua. A filosofia Lean foca-se na eliminação das atividades que não acrescentam valor ao produto, melhorar o fluxo produtivo e redução do tempo total de produção. O SS é uma abordagem estatística, que procura identificar e eliminar defeitos, reduzir a variabilidade dos processos, reduzir custos na produção, melhorar a qualidade do produto e reduzir defeitos. Contudo, o alto custo da implementação do SS e a impossibilidade de remover todo o tipo de desperdício são barreiras à sua implementação. Por outro lado, o Lean quando aplicado isoladamente não é eficaz no controlo estatístico do processo, nem consegue reduzir a variabilidade dos processos. Com o intuito de colmatar as fraquezas de ambas as estratégias emerge o LSS, descrito como uma metodologia focada na eliminação do desperdício e redução da variabilidade do processo seguindo uma estrutura Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) para alcançar a satisfação do cliente através da qualidade, custo e cumprimento de prazos (Albliwi et al., 2015).

Esta dissertação é desenvolvida em contexto empresarial, com o objetivo de melhorar o processo produtivo da Haco Etiquetas S.A. através da aplicação da metodologia LSS.

1.2 Objetivos

O objetivo desta dissertação é a melhoria do processo produtivo da Haco Etiquetas S.A. com a utilização do LSS. Partimos de uma análise do status atual da produção da organização para posteriormente definirmos e propormos melhorias com o intuito de dar resposta ao desperdício resultante da produção de etiquetas tecidas. Para a concretização deste objetivo é necessário a junção de duas componentes, a teórica e a prática. O estudo da teoria resulta de uma revisão da literatura existente sobre o LSS, onde se pretende conhecer os principais conceitos e definições subjacentes ao LSS, abordando a origem, evolução e implementação desta metodologia. A prática consiste em aplicar os conhecimentos adquiridos da teoria a um caso de estudo. A teoria procura aprofundar o conhecimento sobre o tema e a prática mostra a resolução do problema, ou seja, a parte do tema que queremos ver resolvida.

Para além do objetivo principal, existem objetivos específicos. Um objetivo específico é aplicar o ciclo DMAIC, a ferramenta comumente usada nas aplicações do LSS, para a redução do desperdício resultante da produção de etiquetas tecidas. Este objetivo pretende dar resposta à problemática identificada na organização em estudo. Um outro objetivo específico é a contribuição desta dissertação para o mundo académico, pois uma das lacunas existentes na literatura é a escassez de casos de estudos que abordam a implementação do LSS na indústria da transformação.

Para alcançarmos estes objetivos é necessária uma relação estrita e direta entre o autor desta dissertação, o orientador e todos os níveis hierárquicos da Haco Etiquetas S.A. Durante o período de estudo, realizaram-se várias incursões no chão de fábrica e recolheram-se dados essenciais para o desenvolvimento desta dissertação.

1.3 Metodologia

De acordo com Covas (2020), investigar é descobrir novo conhecimento. A investigação é científica quando contribui para um trabalho científico e segue o método científico.

O método científico pode ser classificado como indutivo ou dedutivo. No método indutivo o objetivo do investigador é inferir uma verdade geral ou universal a partir de dados observados. Este segue três etapas fundamentais: a observação dos fenómenos, a descoberta da relação entre eles e a generalização da relação (Marconi & Lakatos, 2017). Segundo Covas (2020), a investigação dedutiva procura testar conceitos e padrões

conhecidos da teoria usando novos dados empíricos. O tipo de investigação usada pelo autor desta dissertação segue o método dedutivo, pois o mesmo aplica a metodologia LSS a um caso de estudo, testando a implementação da abordagem LSS numa empresa produtora de etiquetas tecidas.

A investigação científica agrupa-se em três tipos: a exploratória, a descritiva e a explicativa. Na exploratória o objetivo é descobrir ideias e pensamentos. A investigação descritiva tem por finalidade a descrição das características e funções, ou seja, visa descrever algo e não pode existir interferência do investigador. Por último, a explicativa surge com o intuito de ligar ideias e fatores identificados para compreender as causas e efeitos de determinado fenómeno (Covas, 2020). Para a construção desta dissertação é efetuada uma investigação explicativa, pois o autor procura entender as causas que despoletam o efeito indesejado para a organização.

O autor de uma investigação pode optar por três abordagens a um problema: a quantitativa, a qualitativa e a mista. A perspetiva quantitativa provém do positivismo e assume um posicionamento objetivo face ao problema, visando a medição numérica em busca de quantidades. Por outro lado, a perspetiva qualitativa, de origem construtivista, apresenta como características a subjetividade, a interpretação dos sentidos e a compreensão dos fenómenos. A abordagem mista resulta da utilização de ambas as abordagens ao longo da investigação (Covas, 2020). Posto isto, a investigação conduzida pelo autor desta dissertação enquadra-se numa abordagem mista. Na fase de medição do ciclo DMAIC a abordagem utilizada é quantitativa, onde se efetua uma mensuração dos dados fornecidos pela organização e não há lugar à subjetividade. Já a fase de análise foi construída seguindo uma abordagem qualitativa onde o autor procura interpretar as informações recolhidas e dados observados. Nesta fase cresce a interação entre o investigador e o fenómeno em estudo.

A recolha de dados para a construção do enquadramento teórico foi maioritariamente feita na base de dados online SCOPUS. As palavras-chave pesquisadas foram: “Lean Six Sigma”, “Six Sigma”, “Lean Production” e “Manufacturing”. Com o enquadramento pretende-se dar a conhecer ao leitor os principais conceitos e definições subjacentes ao LSS, bem como alguns casos de estudo que abordam a implementação do LSS na indústria da transformação. Na aplicação do LSS ao caso de estudo, a recolha de dados foi efetuada diretamente na organização através do contacto com os colaboradores da organização, onde se trocaram e registaram informações sobre o processo produtivo. Existiu uma troca de ficheiros em formato Excel onde constam dados necessários à avaliação do estado do processo produtivo da unidade fabril.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se organizada em cinco capítulos. No primeiro capítulo é apresentada a introdução, onde inicialmente é elaborado um enquadramento ao tema desta dissertação, de seguida são apresentados os objetivos, a metodologia utilizada e por fim a estrutura do documento. No capítulo dois é elaborado um enquadramento teórico com a finalidade de dar a conhecer ao leitor os principais conceitos e definições subjacentes ao LSS, abordando a origem, evolução e implementação desta abordagem de melhoria contínua. O capítulo três objetiva contextualizar o caso de estudo, onde é elaborada uma apresentação da organização e caracterização do processo produtivo. O capítulo quatro retrata a aplicação do LSS ao caso de estudo através do desenvolvimento e caracterização de um ciclo DMAIC. No quinto capítulo constam as conclusões desta dissertação, onde se insere um exercício de reflexão acerca da concretização dos objetivos.

Capítulo 2

Enquadramento teórico

O capítulo dois apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre o LSS. No mesmo estão presente várias secções alusivas ao LSS, ao Lean, ao SS, à simbiose entre o Lean e o SS e ao ciclo DMAIC.

2.1 Lean Seis Sigma

Nesta secção é elaborada uma introdução ao LSS, destacando a origem e evolução desta estratégia e as diferentes definições existentes na literatura. O LSS emergiu de estratégias anteriormente desenvolvidas que procuravam melhorar a qualidade e alcançarem melhores resultados financeiros. Segundo (Antony et al., 2017), antes do surgimento do LSS, as organizações aplicavam as filosofias Lean e SS, isoladamente, sendo que a conjugação das duas filosofias ocorreu perto do início do século 21.

A implementação do LSS numa organização iniciou-se em 1986 pelo George Group (Albliwi et al., 2015; Salah et al., 2010). Salah et al. (2010) descreve o LSS como uma metodologia que se foca na eliminação do desperdício e variabilidade dos processos, procurando satisfazer as necessidades do cliente e atingir melhores resultados financeiros, seguindo a estrutura DMAIC. Atualmente há cada vez mais empresas a implementarem programas LSS. A Boeing é uma empresa líder que usa a estratégia Lean, já a General Electric (GE) popularizou a metodologia SS. As duas, líderes no respetivo segmento de mercado, uniram esforços na troca de informações, de modo a implementarem o LSS em cada empresa.

O termo LSS começou a ser discutido no mundo académico a partir do ano 2000. O interesse nesta abordagem de melhoria contínua advém das limitações que são reconhecidas quando se implementam as estratégias Lean e SS isoladamente. O Lean não é adequado à resolução de problemas complexos que exijam uma análise aprofundada e intensa de dados e métodos estatísticos. Por outro lado, o SS, que responde a essa lacuna do Lean, não é a metodologia mais eficiente para dar resposta a todos os problemas, sobretudo aqueles que não necessitam de um longo período para análise (Antony et al., 2017).

De acordo com Snee (2010), as organizações que implementam eficazmente o LSS conseguem obter bons resultados financeiros. Em grandes empresas, o retorno corresponde a 1-2% das vendas e para pequenas e médias empresas esse retorno pode ascender a 3-4%. Estes resultados foram verificados em um vasto grupo de indústrias espalhadas pelo mundo como a indústria química, a automóvel, farmacêutica, eletrônica e em organizações financeiras, governamentais e prestadoras de cuidados de saúde. Snee (2010) enumera algumas das organizações que obtiveram estes resultados, tais como a GE, Du Pount, Johnson & Johnson entre outras.

Na literatura existem várias definições do LSS. Segundo Raja Sreedharan & Raju (2016), diferentes autores atribuem diferentes classificações ao LSS, isto é, alguns definem o LSS como uma abordagem, ou uma metodologia, um modelo, uma filosofia, um sistema ou um programa estratégico. Os autores compilaram 45 definições de diferentes artigos e retrataram-nas numa tabela. Da análise da tabela, podemos entender o LSS como uma estratégia que procura alcançar a satisfação total do cliente e atingir a excelência operacional através da eliminação do desperdício e das atividades que não acrescentam valor, diminuindo os defeitos e o tempo de ciclo e aumentando o número de produtos produzidos bem à primeira, resultando em benefícios financeiros.

2.2 Lean

De acordo com Womack & Jones (1997), o Lean é fazer mais com menos.

O conceito Lean Production foi introduzido pela primeira vez no mundo ocidental nos anos 90 através do trabalho desenvolvido por James Womack e Daniel Jones, que procuravam entender as razões da competitividade da Toyota e outras empresas japonesas da indústria automóvel (Gibbons & Burgess, 2010). O Toyota Production System (TPS) está nas bases da filosofia Lean (Antony et al., 2017; Gibbons & Burgess, 2010; Pepper & Spedding, 2010). As origens do Lean residem no trabalho desenvolvido por Eiji Toyoda, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo no seio da Toyota por volta dos anos 50.

O desenvolvimento desta abordagem Lean prendeu-se com a necessidade da Toyota implementar nas suas fábricas um sistema capaz de produzir pequenas quantidades de diferentes modelos de carros com recursos limitados (Gibbons & Burgess, 2010). O TPS tem raízes no desenvolvimento da linha de montagem por Henry Ford e no trabalho desenvolvido por Frederick Taylor (Antony et al., 2017).

Os cinco princípios do Lean são (Gibbons & Burgess, 2010; Womack & Jones, 1997):

1. Identificar o que é valor para o cliente;
2. Identificação da cadeia de valor;
3. Criação de um fluxo contínuo;
4. Sistema puxado;
5. Busca pela perfeição.

Segundo Womack & Jones (1997), o executivo da Toyota, Taiichi Ohno identificou sete tipos de desperdícios que se pode encontrar em qualquer processo. A remoção de todo o tipo de desperdício (muda) é fundamental no Lean (Gibbons & Burgess, 2010). Os sete tipos de desperdício são (Gibbons & Burgess, 2010; Pepper & Spedding, 2010; Womack & Jones, 1997):

1. Transporte excessivo;
2. Stocks;
3. Movimentações desnecessárias;
4. Espera;
5. Sobreprocessamento;
6. Defeitos;
7. Excesso de produção;

Existe um oitavo desperdício identificado por diversos autores. Womack & Jones (1997) afirmam que devemos considerar como oitavo desperdício os bens e serviços que não atendam às necessidades do cliente. Outros autores consideram que o oitavo desperdício é a subutilização das pessoas.

De acordo com Belhadi et al. (2018), algumas ferramentas do Lean aplicadas em pequenas e médias empresas (PME) são: 5S, Value Stream Mapping (VSM), Just in Time, trabalho padronizado, Single minute exchange of die (SMED), Kanban, Poka Yoke, eventos Kaizen e total productive maintenance (TPM).

2.3 Seis Sigma

De acordo com Salah et al. (2010), o SS é uma abordagem estruturada e disciplinada que se foca na avaliação do desempenho do processo, procurando atingir altos níveis de qualidade e baixos níveis de variabilidade.

O SS foi desenvolvido por volta de 1980 no seio da Motorola, pelo engenheiro Bill Smith (Antony et al., 2017; Snee, 2010). De acordo com Antony et al. (2017) a Motorola

desenvolveu esta estratégia com o objetivo de dar resposta às crescentes pressões externas que estava a enfrentar, sobretudo vindo do Japão. Em 1988, a Motorola ganhou o prémio nacional da qualidade Malcolm Baldrige, sendo o SS reconhecido como a razão para o sucesso da organização (Drohomeretski et al., 2014; Snee, 2010). Entre as décadas de 80 e 90, a Motorola obteve ganhos de 2,2 mil milhões de dólares com a aplicação da abordagem SS (Drohomeretski et al., 2014).

Por volta de 1990 outras empresas desenvolveram abordagens semelhantes, tais como a Honeywell e a Allied-Signal (Antony et al., 2017). No final de 1995 a GE afirmou a sua pretensão de introduzir o SS na sua organização, mais especificamente nos serviços financeiros, popularizando o SS (Snee, 2010).

De acordo com Arnheiter & Maleyeff (2005) o SS é uma estratégia ampla de tomada de decisão a longo prazo ao invés de um programa de gestão da qualidade com uma atuação mais restrita. Existem dois modelos que estão na base do SS, o total quality management (TQM) e o reconhecido modelo desenvolvido pela Motorola. A relação estrita com o TQM advém do foco na qualidade. O SS absorve do TQM a necessidade de os colaboradores entenderem que são todos responsáveis pela qualidade dos bens produzidos e serviços prestados. Com o TQM o SS partilha as ferramentas da qualidade e da gestão da qualidade.

O nível sigma traduz a variabilidade do processo. Do ponto de vista estatístico o termo seis sigma significa que existem menos de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades o que equivale a uma taxa de sucesso de 99,7 % (Kwak & Anbari, 2006). A um nível sigma seis, 99,7 % dos componentes produzidos estão dentro das tolerâncias, ou seja, apenas 0,3% dos componentes estão não conformes (Arnheiter & Maleyeff, 2005).

O SS usa o ciclo define, measure, analyse, improve e control (DMAIC) e o método design for six sigma (DFSS). Trata-se de uma metodologia sistemática que capacita a organização a desenvolver produtos que satisfaçam as expectativas do cliente e simultaneamente que a sua produção respeite os níveis sigma (Kwak & Anbari, 2006).

De acordo com Kwak & Anbari (2006), a educação e treino são essenciais para os colaboradores de uma organização dominarem os conceitos inerentes ao SS e às suas ferramentas e técnicas. O SS incorpora uma série de técnicas complexas (Kwak & Anbari, 2006) que requerem treino intensivo de algumas pessoas da empresa, normalmente as mais capacitadas, e sejam capaz de entender que o seu comprometimento está inteiramente devoto ao desenvolvimento de atividades SS (Kwak & Anbari, 2006). Existe

um sistema de cinturões que estipulam o nível de conhecimento e treino que uma pessoa tem no SS (Kwak & Anbari, 2006; Raisinghani et al., 2005). Existem 4 cinturões diferentes, o Master Belt (MB), o Black Belt (BB), o Green Belt (GB) e o Yellow Belt (YB) (Raisinghani et al., 2005). O treino para a obtenção do nível GB demora cerca de uma semana, já para a obtenção do BB é necessário um mês de treino e compreensão de novas ferramentas (Raisinghani et al., 2005).

Algumas das ferramentas utilizadas no SS são: quality function deployment (QFD); failure mode and effect analysis (FMEA); controlo estatístico do processo (SPC); design of experiments (DOE) e a análise da variância (ANOVA) (Albliwi et al., 2015).

2.4 Simbiose Lean – Seis Sigma

Esta secção aborda a relação entre as filosofias Lean e SS, mostrando os fatores que levam à simbiose entre as duas abordagens, resultando no LSS. É relevante entender as sinergias que estão por de trás do LSS, bem como as diferentes opiniões existentes na literatura relativamente às questões que se levantam aquando da sua implementação, em destaque na indústria da transformação. A integração do Lean com o SS traz à organização mais eficácia e eficiência e ajuda a mesma a alcançar mais rapidamente os seus objetivos em comparação com a implementação isolada das filosofias Lean e SS (Albliwi et al., 2015).

De acordo com Pepper & Spedding (2010), a junção do Lean com o SS é realizada na procura de se atingir todas as oportunidades de melhoria numa organização. O SS, quando aplicado isoladamente, é desenvolvido por um grupo restrito de pessoas dentro de uma organização, enquanto o Lean educa todas as pessoas de uma empresa a eliminarem todas as atividades que não acrescentam valor bem como outros tipos de desperdício. A integração das duas estratégias ocorre com o intuito de capacitar os funcionários, mesmo em fases mais complexas de análise, a conhecerem verdadeiramente o processo.

Pepper & Spedding (2010) afirmam que a aplicação das duas estratégias de forma isolada na mesma empresa leva à criação de subculturas e ao esgotamento dos recursos. Ambas as metodologias têm o mesmo objetivo final, isto é, a melhoria contínua. Como já antes relatado, as mesmas quando aplicadas isoladamente são eficazes, contudo Pepper & Spedding (2010) entendem que as organizações atingem um “planalto” após os bons resultados iniciais com a aplicação ora do Lean, ora do SS.

2.4.1 Limitações do Lean e do Seis Sigma

Da análise da literatura existente sobre o LSS, é possível afirmar que o surgimento desta estratégia ocorre de a tentativa das organizações darem resposta aos desafios constantes, isto é, na procura da melhoria contínua. Os diversos autores de artigos relacionados com o LSS, abordam primeiramente a filosofia Lean e a estratégia SS, descrevendo ambas e refletindo acerca das limitações da implementação das mesmas. Nesse sentido, urge refletir acerca dos fatores limitativos da implementação quer do Lean quer do SS, que levaram ao surgimento do conceito LSS.

Segundo Albliwi et al. (2015), a implementação do Lean levanta uma série de desafios para a organização, sobretudo a necessária mudança de cultura empresarial. O maior desafio do Lean reside na necessidade de mudar a mentalidade dos colaboradores de uma organização e nas relações que estabelecem entre si, com o foco na redução do desperdício e custos. Esta ideia é reforçada por Pepper & Spedding (2010), que abordam o sucesso limitado do Lean. Os autores analisam os fatores críticos do Lean na indústria automóvel, afirmando que a falta de entendimento e compromisso por parte da gestão de topo, associado à sindicalização da indústria, são fatores limitativos.

Uma das limitações vivenciadas pelas organizações que aplicam o Lean isoladamente e procuram manter uma abordagem de melhoria contínua, é a falta de dados específicos e direcionados para resolver determinadas situações. Ao invés do SS, o Lean não se foca na qualidade do processo e isso constitui uma limitação para a melhoria contínua. Com a aplicação das ferramentas Lean é possível obtermos mudanças significativas, sem se conhecer aprofundadamente o sistema produtivo. Isso pode gerar instabilidade, uma vez que aplicando apenas essas técnicas, o tempo necessário para se atingir um nível de desempenho satisfatório com base na melhoria contínua é elevado (Pepper & Spedding, 2010).

Como antes descrito, o SS requer treino e formação, o que, de acordo com Pepper & Spedding (2010), pode tornar esta estratégia dispendiosa. Um outro fator limitativo identificado é a incapacidade de selecionar o projeto correto, pois dado o seu custo de implementação, se o escolhido for o errado, incorremos em perdas de tempo e do investimento realizado.

A falta de padronização em relação à atribuição dos cinturões é também um fator limitativo da implementação do SS, pois consome recursos e tempo, desviando o foco do objetivo (Pepper & Spedding, 2010).

Como em todas as abordagens de melhoria contínua, a relação que se constrói entre a cultura da organização e a metodologia a implementar é, provavelmente, a maior barreira que podemos encontrar (Pepper & Spedding, 2010). De acordo com Salah et al. (2010), o principal obstáculo à implementação do SS reside na falta de compreensão por parte da organização. Esse fenómeno advém das singularidades desta abordagem, isto é, o sucesso do SS está nas mãos dos cinturões, dependendo da sua capacidade de delegar funções aos restantes membros da equipa e nas suas mais valias para a criação de valor.

2.4.2 Integração Lean – Seis Sigma

De acordo com Snee (2010), comparar o Lean com o SS não é produtivo. O autor afirma que cada vez que se menciona as duas estratégias, instiga-se a uma discussão sobre qual é a melhor estratégia a utilizar e quais as ferramentas a considerar. O objetivo é a melhoria contínua e ambas as estratégias empregam conhecimento necessário para resolver esse problema. O cerne da questão está em perceber como devemos utilizar a abordagem integrada.

Quando abordamos a integração Lean-SS, devemos refletir acerca das ferramentas ou técnicas comuns a ambas as metodologias. Segundo Salah et al. (2010), as ferramentas utilizadas ora no Lean, ora no SS, não são todas exclusivas de cada estratégia. A escolha das técnicas a utilizar depende da natureza do problema e das oportunidades de melhoria que vão surgindo. A figura 1 exemplifica algumas das ferramentas comuns a ambas as estratégias.

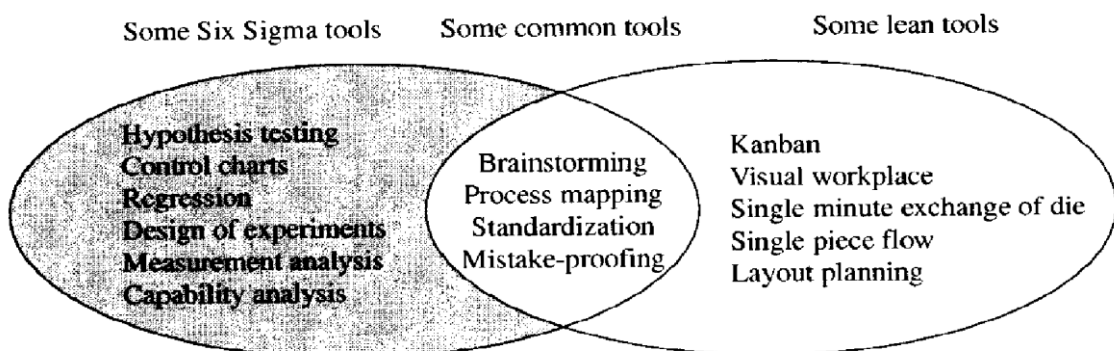


Figura 1 - Ferramentas comuns ao Lean e ao Seis Sigma (Salah et al., 2010)

Ao utilizarem o LSS, as organizações são capazes de escolher o caminho a seguir para resolver os seus problemas, dependendo entre outras, do tempo considerado para a

aplicação da metodologia, isto é, podem resolver esse problema de uma forma mais rápida através de eventos Kaizen ou de uma forma mais complexa e demorada através de projetos (Salah et al., 2010). Snee (2010), afirma que existem 3 principais tipos de projetos de melhoria contínua dependendo do tempo utilizado para a sua execução. O primeiro tipo a considerar são os de execução rápida, que podem ser postos em prática de uma forma célere e se falharem, não são dispendiosos pois consomem poucos recursos. Os eventos Kaizen podem dar início a outro tipo de projeto de melhoria a considerar, os projetos Kaizen, que demoram cerca de trinta dias a serem concluídos. Por fim, os projetos SS, que tipicamente demoram entre três a seis meses. O autor afirma que os três tipos de projeto surgem de acordo com as metas e objetivos estabelecidos pela organização. Essas metas e objetivos são inputs para um VSM que irá auxiliar a organização na escolha do melhor projeto.

Na literatura existem vários modelos de implementação do LSS numa organização. Salah et al. (2010), identifica seis diferentes modelos, como podemos observar na figura 2. O primeiro modelo representa o SS como uma parte do Lean, isto é, a filosofia Lean é a abordagem geral, e o surgimento do SS aparece associado a um evento Kaizen. O segundo modelo entende-se como o inverso, ou seja, o Lean está incorporado numa estratégia geral de SS. Neste modelo é utilizado a estrutura DMAIC. O aparecimento do Lean ocorre nas três últimas etapas deste ciclo. O terceiro modelo defende que o Lean e o SS devem ser usados isoladamente, de acordo com a problemática levantada. O quarto modelo aplica as duas metodologias em paralelo, respondendo ao mesmo desafio, mas de forma separada. O quinto modelo aplica as metodologias em série, isto é, até conseguirmos resolver o problema, vamos implementar ora uma estratégia, ora a outra. O sexto e último modelo identificado pelos autores aplica ambas as abordagens simultaneamente.

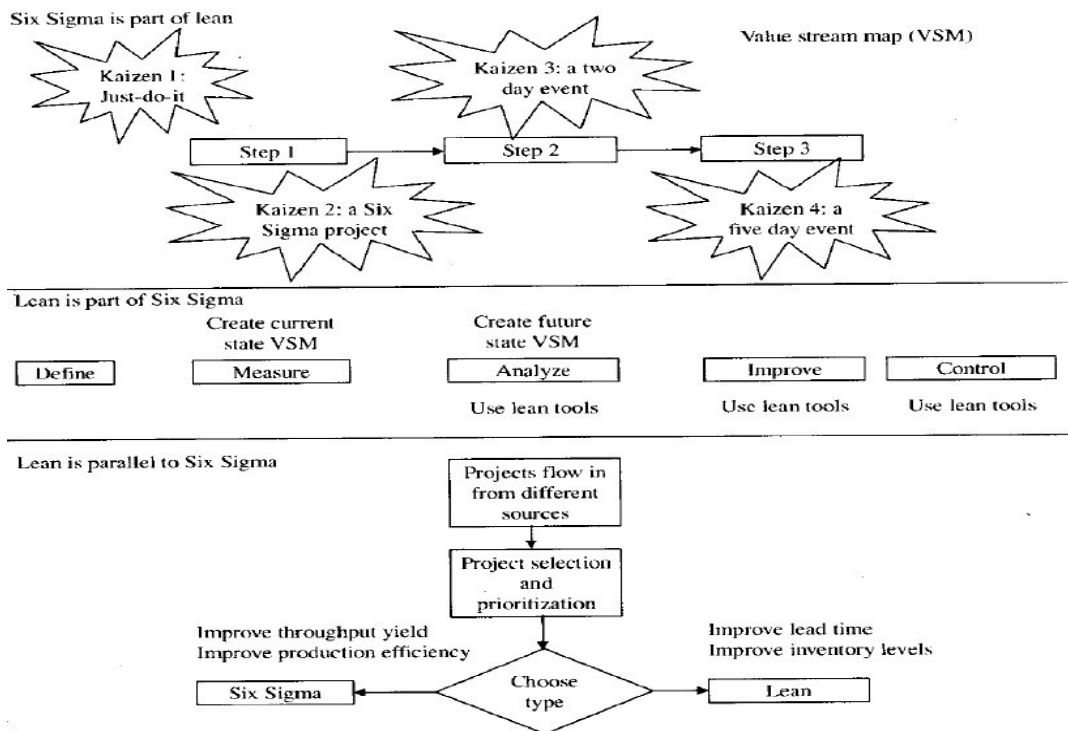


Figura 2 - Alguns modelos Lean Seis Sigma existentes (Salah et al., 2010)

Os modelos quatro e cinco levam-nos a repensar a ideia anteriormente explicitada nesta revisão, que evidenciava os problemas que resultavam da aplicação das duas metodologias de forma isolada sem uma simbiose e integração total, originando subculturas e isso pode levar a um esgotamento dos recursos, quer financeiros, humanos, material e de tempo.

É necessário encontrar um equilíbrio entre o Lean e o SS. Uma boa integração das duas metodologias é essencial para a organização se afastar de um caminho muito focado numa só abordagem, esquecendo os benefícios da integração. Existem dois extremos a evitar. Um deles é quando adotamos uma abordagem muito focada no Lean, que limita a organização na capacidade de resposta ao mercado e conseqüentemente na criação de valor. O outro extremo a evitar é quando a organização se foca e trabalha de uma forma exaustiva na variação do processo, para além do requerido pelo cliente, isto é, quando se tenta alcançar um nível de qualidade superior que consome mais recursos e não traz mais valias do ponto de vista de valor do produto para quem compra (Pepper & Spedding, 2010).

A figura 3 compara a vantagem competitiva que uma organização pode ter ao implementar o LSS ou aplicar isoladamente as estratégias Lean ou SS. O eixo das abcissas representa o ponto de vista do cliente, incluindo a qualidade do produto e a capacidade de resposta do produtor. O eixo das ordenadas representa o ponto de vista do produtor,

avaliando o custo de produção. Segundo Arnheiter & Maleyeff (2005), é possível efetuar melhorias com as abordagens SS ou Lean, contudo as mesmas começaram a não se efetivarem com o decorrer do tempo. Este fenómeno é exemplificado pelo achatamento das curvas no gráfico. No caso da aplicação do SS, o achatamento é explicável pela ênfase que se dá à otimização da produção focada no controlo quantitativo da qualidade e das métricas de entrega, ignorando as mudanças necessárias em sistemas básicos para remover as atividades que não acrescentam valor. Por outro lado, quando aplicado o Lean isoladamente, o fenómeno identificado ocorre quando se tenta otimizar o fluxo produtivo, mas de uma forma não sustentada, nomeadamente quando não se recorre ao uso de dados e métodos estatísticos de controlo da qualidade.

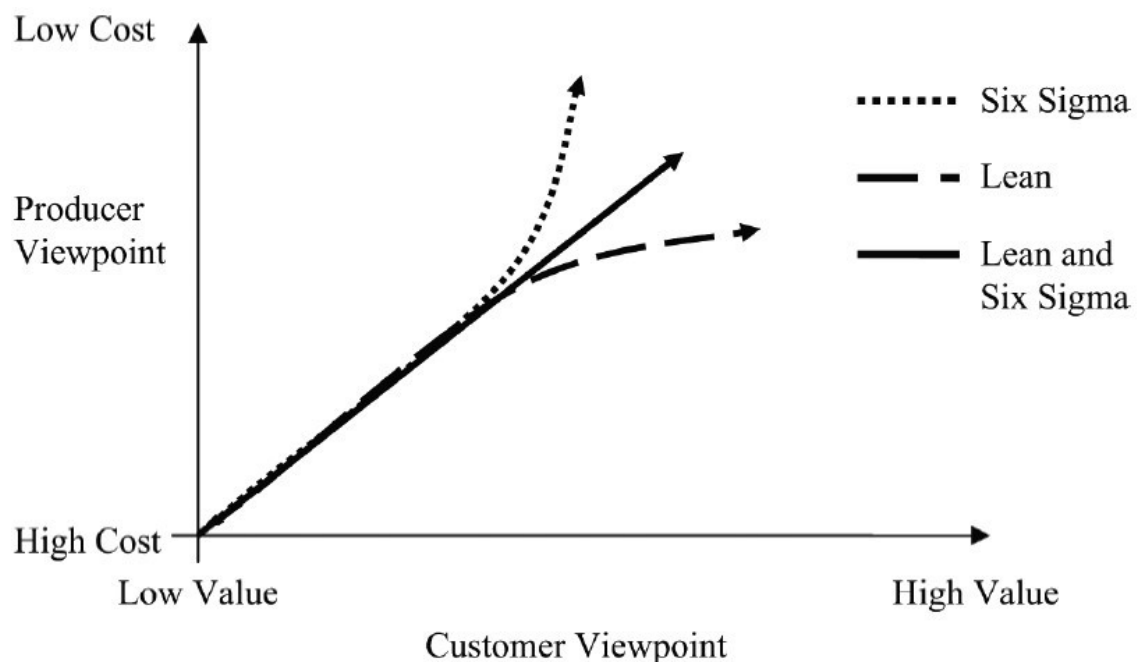


Figura 3 - Natureza da vantagem competitiva(Arnheiter & Maleyeff, 2005)

Após percebermos as razões que levam à integração do Lean com o SS e a forma como ocorre essa mesma integração, expondo alguns modelos existentes para a implementação do LSS, é necessário entendermos de que forma se procede a essa implementação.

Segundo Salah et al. (2010), a ferramenta DMAIC é amplamente considerada como a estrutura apropriada para a implementação do LSS. De acordo com Snee (2010), uma das características do LSS que permite às organizações terem resultados com o uso do mesmo, reside na utilização de uma abordagem disciplinada DMAIC.

Da análise de artigos relacionados com o LSS que serviram de estudo a esta revisão da bibliografia, é perceptível que todos os autores entendem que o DMAIC é a base sólida para a implementação do LSS. Alguns não exploram esta técnica, apenas reforçam a sua importância do ponto de vista prático, enquanto outros detalham as fases de implementação da mesma e até abordam algumas variantes do DMAIC. Contudo é perceptível que o caminho a seguir para uma futura implementação do LSS passa pelo entendimento da ferramenta DMAIC, sendo a mesma explorada no seguinte capítulo.

2.5 Ciclo DMAIC

Nesta secção é sintetizada a informação relativa às cinco fases do DMAIC, sendo elas a fase de definição (define phase), a fase de medição (measure phase), a fase de análise (analyze phase), a fase da melhoria (improve phase) e a fase de controlo (control phase). Para esse efeito, foram analisados 3 casos de implementação desta técnica e outros artigos sobre o LSS. Pretende-se conhecer os objetivos de cada uma das fases, bem como as ferramentas mais comumente utilizadas e de que forma a simbiose LSS se reflete na prática.

De acordo com Salah et al. (2010), consoante o projeto selecionado, o DMAIC pode assumir formas distintas e o nível de detalhe em cada uma das fases também será diferente. O DMAIC é uma ferramenta originária do SS, posto isto, existem algumas variantes do mesmo que tentam demonstrar a melhor maneira de incorporar as ferramentas Lean nesta estrutura. A seleção da ferramenta Lean mais correta para cada fase é essencial para o êxito da implementação do LSS. Após o início de um projeto de implementação do LSS, ocorre uma escolha por uma utilização de um número maior de ferramentas SS, ou mais técnicas Lean, ou uma simultaneidade de ambas.

As seguintes subsecções retratam as cinco etapas do DMAIC. Em cada uma é possível observar uma tabela que sintetiza a informação recolhida através da análise dos artigos, de onde podemos reter qual o título do mesmo, os autores, as questões-chave para os mesmos em cada fase e as ferramentas utilizadas. Contudo, é pertinente dar a conhecer as propostas de implementação do LSS, elaboradas pelos autores dos 3 casos de estudo analisados.

Primeiramente, Vinodh et al. (2011) realiza um estudo sobre a implementação do LSS numa empresa Indiana de produção de válvulas para automóveis com o objetivo de

melhorar a percentagem de produtos produzidos bem à primeira tentativa. A figura 4 mostra-nos a proposta de implementação do LSS para esta organização.

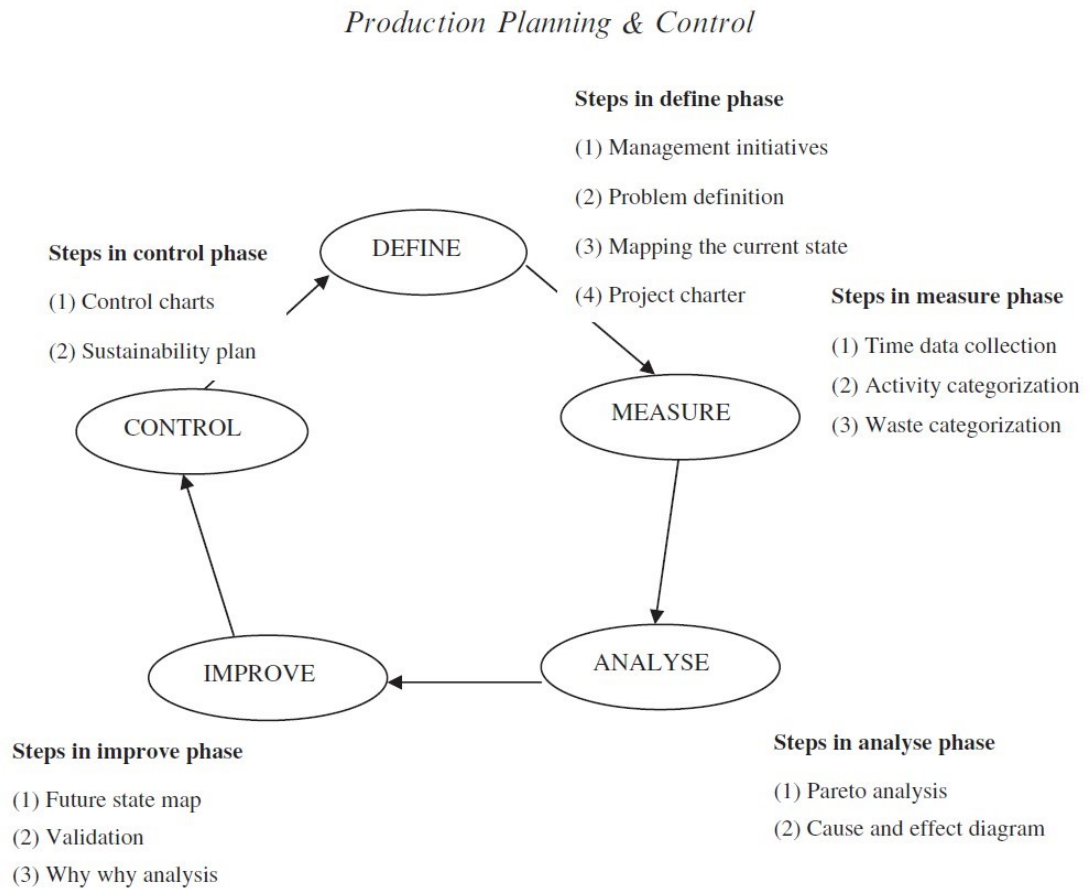


Figura 4 - Proposta de implementação do LSS na organização (Vinodh et al., 2011)

Um outro caso de estudo aborda a implementação do LSS numa pequena empresa de engenharia do Reino Unido, onde Thomas et al. (2009) define como problema a rejeição da espuma que é utilizada na fabricação das bases e encostos dos assentos para a indústria automóvel e aeronáutica. A rejeição dessas peças acarreta custos monetários e perdas de tempo, pois é necessário entre uma a duas horas para avaliar a firmeza da espuma após a sua produção. A figura 5 mostra-nos a proposta de implementação do LSS para esta organização.

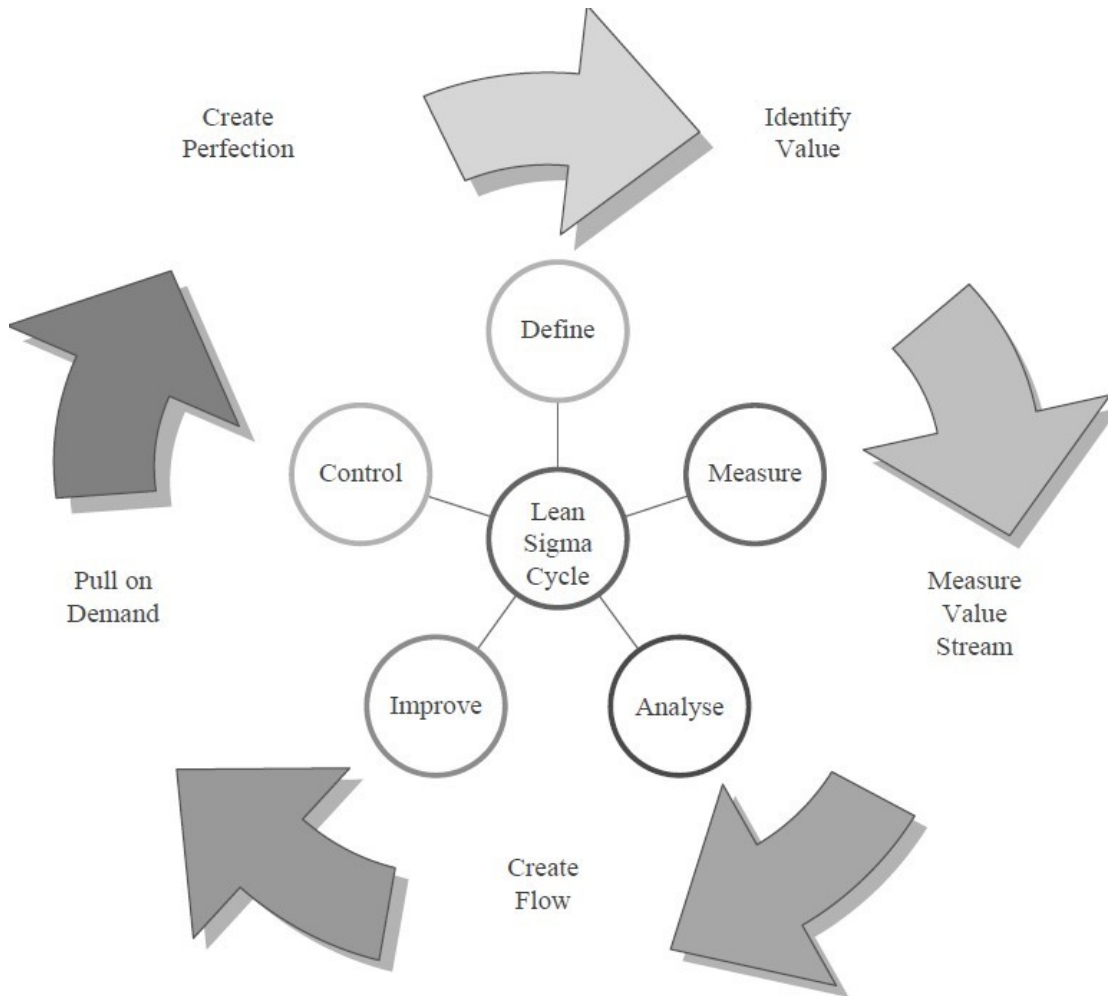


Figura 5 - Esboço de uma proposta de abordagem LSS (Thomas et al., 2009)

O último caso de estudo analisado, aborda a implementação do LSS na maior empresa da Índia de produção de componentes para carros. Na figura 6 podemos observar a proposta de implementação do LSS na linha de produção com os objetivos de reduzir os defeitos e criar valor.

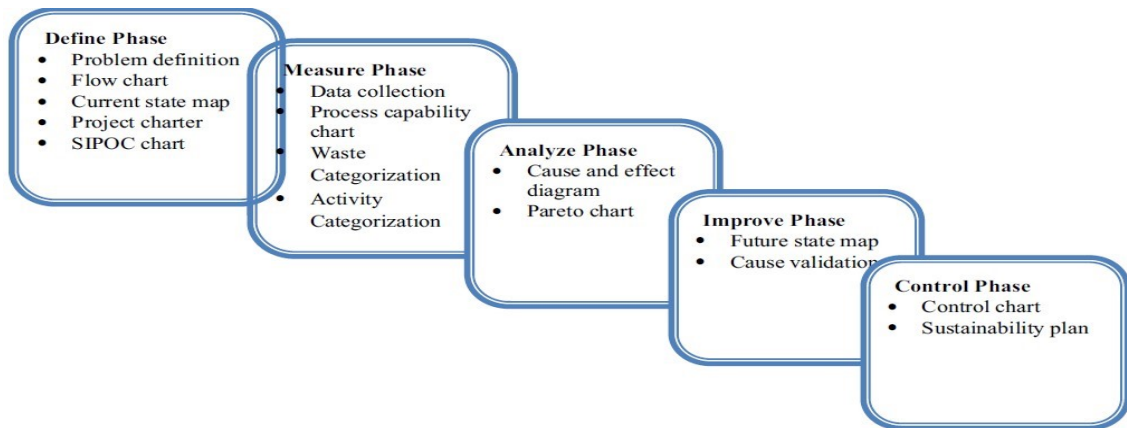


Figura 6 - Ferramentas usadas na implementação do LSS (Swarnakar & Vinodh, 2016)

2.5.1 Fase de definição

O processo de cinco etapas DMAIC inicia-se pela fase de definição. De acordo com Thomas et al. (2009), numa perspectiva de aplicação desta ferramenta no SS, nesta fase devem ser identificados os clientes e as suas necessidades, os problemas que os mesmos têm e a qual problema vamos dar resposta. A utilização desta abordagem tem o propósito de resolver problemas seleccionados de forma a elevar o nível sigma da organização. A abordagem DMAIC inserida num contexto LSS assume algumas diferenças. A tabela 1 sintetiza a informação pertinente acerca desta fase, retirada de 3 casos de estudo sobre a implementação do LSS na indústria da produção.

Tabela 1 - Fase de definição

Título do artigo	Autor	Objetivos/ Questões chave	Ferramentas/ Técnicas
Applying lean six sigma in a small engineering company – a model for change	Thomas et al. (2009)	Identificação do problema crítico para a qualidade.	Diagrama de Pareto (para identificar qual a maior causa de defeitos).

Implementing lean sigma framework in an Indian automotive valves Manufacturing organization: a case study	Vinodh et al. (2011)	Clarificar as metas e valor do projeto; Iniciativa da gestão de topo; Definição do problema; Levantamento da situação atual; Objetivos do projeto; Criação da equipa de projeto; Estimativa dos custos.	Carta de projeto; Mapa do estado atual da linha de produção para identificar oportunidades de melhoria.
Deploying Lean Six Sigma framework in an automotive component manufacturing organization	Swarnakar & Vinodh (2016)	Definição do problema; Levantamento da situação atual; Objetivos do projeto; Criação da equipa de projeto;	Fluxograma do processo; Mapa do estado atual da linha de produção para identificar oportunidades de melhoria (VSM); Carta de projeto; Gráfico SIPOC.

2.5.2 Fase de medição

A segunda fase da abordagem DMAIC é a medição. Segundo Thomas et al. (2009), neste passo a organização deve estipular a métrica do processo e avaliar a atual performance. De acordo com Salah et al. (2010), é nesta fase que ocorre a medição da capacidade do processo através do uso de índices de capacidade, a avaliação do número de defeitos por oportunidade de milhão (DPMO) ou os níveis sigma. A tabela 2 sintetiza a informação retirada dos casos de estudo analisados, relativa à fase de medição.

Tabela 2 - Fase de medição

Título do artigo	Autor	Objetivos/ Questões chave	Ferramentas/ Técnicas
Applying lean six sigma in a small engineering company – a model for change	Thomas et al. (2009)	Como é medido o processo? Qual a atual performance?	Teste que avalia a deformação da espuma (6 em 10 cadeiras testadas falharam).

<p>Implementing lean sigma framework in an Indian automotive valves Manufacturing organization: a case study</p>	<p>Vinodh et al. (2011)</p>	<p>Recolha de dados para a construção de um VSM atual do processo; Determinação do tempo de ciclo e tempo de espera; Identificação dos tipos de desperdício; Categorização das atividades.</p>	<p>VSM do estado atual; Mapeamento dos tipos de desperdício; Gráfico demonstrativo das atividades essenciais e não essenciais.</p>
<p>Deploying Lean Six Sigma framework in an automotive component manufacturing organization</p>	<p>Swarnakar & Vinodh (2016)</p>	<p>Recolha de dados para a construção de um VSM atual do processo; Determinação do tempo de ciclo e tempo de espera; Determinação da capacidade do processo; Identificação dos tipos de desperdício; Categorização das atividades.</p>	<p>VSM do estado atual; Gráfico de capacidade do processo; Mapeamento dos tipos de desperdício; Gráfico demonstrativo das atividades essenciais e não essenciais.</p>

2.5.3 Fase de análise

Após a fase de medição, surge a próxima etapa do DMAIC, a fase de análise. Nesta fase pretendem-se determinar as principais causas do problema a que pretendemos dar resposta (Thomas et al., 2009). De acordo com Salah et al. (2010), deve-se proceder a algumas mudanças no processo, rápidas e cirúrgicas. Ocorre uma recolha de dados de forma a perceber quais são os inputs críticos. Nesta fase recorre-se ao uso de ferramentas gráficas e estatísticas para determinar as causas das variações ocorridas no processo e estabelecem-se correlações de causa-efeito. Analisa-se o VSM atual e cria-se um VSM futuro, a implementar nas próximas etapas do DMAIC. A tabela 3 sintetiza a informação retirada dos casos de estudo analisados, relativa à fase de análise.

Tabela 3 - Fase de análise

Título do artigo	Autor	Objetivos/ Questões chave	Ferramentas/ Técnicas
Applying lean six sigma in a small engineering company – a model for change	Thomas et al. (2009)	Identificação dos fatores potenciais para a ocorrência do problema.	Brainstorming; Diagrama de causa efeito; Tabela que esquematiza os 5 principais fatores (de 12 avaliados).
Implementing lean sigma framework in an Indian automotive valves Manufacturing organization: a case study	Vinodh et al. (2011)	Correlação entre os inputs e outputs; Recolha e análise de dados; Estudo de causaefeito; Identificação das causas críticas.	Diagrama de Pareto; Diagrama de causa-efeito;
Deploying Lean Six Sigma framework in an automotive component manufacturing organization	Swarnakar & Vinodh (2016)	Redução da totalidade dos defeitos e atividades que não acrescentam valor; Estudo de causa-efeito; Identificação das causas críticas.	Tabela que enumera os defeitos e o seu peso no total de defeitos; Diagrama de causa efeito; Diagrama de Pareto.

2.5.4 Fase de melhoria

A penúltima fase do ciclo DMAIC é a melhoria. De acordo com Thomas et al. (2009), nesta fase o objetivo prende-se com a tentativa de remover as causas dos defeitos existentes e assegurar que efetivamente resolvemos a problemática identificada no início do ciclo. Segundo Salah et al. (2010) deve-se efetuar uma otimização das entradas chaves dos processos e melhorar os mesmos. Nesta fase ocorre uma padronização dos procedimentos a adotar durante a produção e instaura-se boas práticas. Recorre-se ao uso de eventos Kaizen para implementar melhorias através da utilização de ferramentas Lean. A tabela 4 sintetiza a informação retirada dos casos de estudo analisados, relativa à fase da melhoria.

Tabela 4 - Fase de melhoria

Título do artigo	Autor	Objetivos/ Questões chave	Ferramentas/ Técnicas
Applying lean six sigma in a small engineering company – a model for change	Thomas et al. (2009)	Identificar os fatores chave e as interações entre eles; Testar novos procedimentos no layout; Análise estatística.	Taguchi DOE; ANOVA
Implementing lean sigma framework in an Indian automotive valves Manufacturing organization: a case study	Vinodh et al. (2011)	Validação das causas prováveis (significantes e insignificantes); Definição do futuro estado da linha de montagem;	Tabela de validação de causas prováveis; VSM; Takt time; Continuos flow; Kanban; Pull system; TPM; TQM; 5S; quick changeover.
Deploying Lean Six Sigma framework in an automotive component manufacturing organization	Swarnakar & Vinodh (2016)	Validação das causas prováveis (significantes e insignificantes); Definição do futuro estado da linha de montagem;	Tabela de validação de causas prováveis; VSM; Takt time; 5S; TQM;

2.5.5 Fase de controlo

De forma a finalizar o processo de cinco etapas DMAIC, as organizações devem proceder ao controlo. Segundo Thomas et al. (2009) nesta fase deve-se assegurar que as melhorias que foram implementadas anteriormente são mantidas. De acordo com Salah et al. (2010) é recomendado a criação de um plano de controlo que incorpore uma abordagem à prova de erros e atribua as responsabilidades aos colaboradores.

Deve-se monitorizar as métricas determinadas para medir o processo, elaborar auditorias e implementar ações corretivas. A tabela 5 sintetiza a informação retirada dos casos de estudo analisados, relativa à fase do controlo.

Tabela 5 - Fase de controlo

Título do artigo	Autor	Objetivos/ Questões chave	Ferramentas/ Técnicas
Applying lean six sigma in a small engineering company – a model for change	Thomas et al. (2009)	Testes de verificação à deformação da espuma com a nova configuração de layout;	Teste que avalia a deformação da espuma; Gráfico de controlo;
Implementing lean sigma framework in an Indian automotive valves Manufacturing organization: a case study	Vinodh et al. (2011)	Registo das melhorias obtidas; Criação de um plano de controlo para garantir que os objetivos são cumpridos.	Plano de controlo; 5S; Análise de árvore de falhas;
Deploying Lean Six Sigma framework in an automotive component manufacturing organization	Swarnakar & Vinodh (2016)	Registo das melhorias obtidas; Controlo estatístico do processo; Criação de um plano de controlo para garantir que os objetivos são cumpridos; Avaliação da performance do processo.	Gráfico de controlo; Plano de controlo; 5S; SMED; Cálculos da performance do processo (métricas estabelecidas).

Capítulo 3

Caso de estudo

O terceiro capítulo pretende dar a conhecer ao leitor o caso de estudo desta dissertação. A Haco Etiquetas S.A. é uma empresa de referência mundial na produção de etiquetas tecidas e outros produtos que pretende encontrar soluções para uma problemática existente na mesma, relativa ao desperdício resultante do processo produtivo.

3.1 Apresentação da empresa

A Haco Etiquetas foi fundada na cidade brasileira de Blumenau em 1928. Atualmente, é uma das maiores empresas mundiais de produção de etiquetas de tecido, emblemas, fitas, galões e comercialização de acessórios para identificação (Haco-Etiquetas S.A., 2020a).

Em Portugal, a Haco Etiquetas S.A. instalou-se no Parque Industrial do Canhoso, Lotes 11/13, na Covilhã. Essa escolha resultou de uma decisão estratégica para assegurar à empresa a expansão de mercado, bem como, a participação nas últimas tendências da Comunidade Europeia (CE) como mercado gerador e consumidor de moda. A empresa é constituída por 58 trabalhadores e, ocupa uma área total coberta de 2583 m² e um logradouro de 10291 m² (Haco-Etiquetas S.A., 2020a).

De forma a garantir o controlo de produtos e serviços, a empresa possui equipamentos e softwares próprios, o que facilita a troca de informações dos produtos entre todos os departamentos (Haco-Etiquetas S.A., 2020a).

O mercado da Haco Portugal é constituído maioritariamente por países pertencentes à CE, contudo, existe alguns clientes na Ásia e na África. De forma a acompanhar as tendências da moda internacional, a Haco Portugal estabelece uma parceria com a Haco Brasil, que faz pesquisa de mercado e desenvolve a coleção de etiquetas (Haco-Etiquetas S.A., 2020a).

A Haco Portugal acompanha o crescimento da responsabilidade e preocupações da sociedade para um desenvolvimento sustentável, possuindo certificação da norma GRS (Global Recycle Standard). Ao possuir a norma GRS, a empresa procura responder aos requisitos da norma, integrando a organização numa prática de economia circular. Também, trabalha outros aspetos de gestão ambiental e de responsabilidade social (Haco-

Etiquetas S.A., 2020a).

De acordo com a Classificação Portuguesa de Atividades Económicas (CAE), a Haco-Etiquetas S.A. tem o código CAE 13962. Sendo o CAE 13962, o número 13 representa a divisão correspondente à secção das Indústrias transformadoras, neste caso Fabricação de têxteis. O grupo é representado pelo 139, correspondente à fabricação de outros têxteis, a classe por 1396 caracterizado pela fabricação de têxteis para uso técnico e industrial. Por fim, a subclasse, 13962, representado pela fabricação de têxteis para uso técnico e industrial, n.e., que inclui a fabricação de fitas, fios, etiquetas, tecidos impregnados, entre outros (Instituto Nacional de Estatística, 2007).

3.1.1 Missão, Visão e Valores

A Missão da Haco é: “Desenvolver soluções que identifiquem e valorizem marcas e produtos dos clientes, mantendo o foco em inovação, gerando lucro, desenvolvimento social e sustentabilidade” (Haco-Etiquetas S.A., 2020a, p. 9).

A Haco tem como visão: “Ser a melhor e mais inovadora empresa do mercado em soluções integradas para a identidade de marca” (Haco-Etiquetas S.A., 2020a, p. 9). A Visão concretiza-se através da Política de Qualidade que assenta nos seguintes princípios: liderança mobilizadora; focalização no cliente; adaptar a capacidade para as necessidades dos clientes; agilidade e flexibilidade; atitude inovadora; princípios de sustentabilidade (Haco-Etiquetas S.A., 2020a).

Os valores praticados pela empresa são: a ética, a gestão humana, a paixão, a excelência, inovação e a simplicidade (Haco-Etiquetas S.A., 2020a).

3.1.2 Objetivos Estratégicos

Os objetivos estratégicos da empresa vêm de encontro à visão estratégica definida. Os objetivos para 2019/2020 definidos foram: aumentar a faturação e rentabilidade da empresa, redução do desperdício (refugo) e reforçar as relações comerciais com os principais clientes. Os objetivos estratégicos são desdobrados pelos processos através de objetivos operacionais. Estes, são divulgados e acompanhados por toda a organização (Haco-Etiquetas S.A., 2020a).

3.1.3 Organograma da Empresa

A estrutura organizacional da Haco Etiquetas S.A. é definida pelo seguinte organograma (Figura 7):

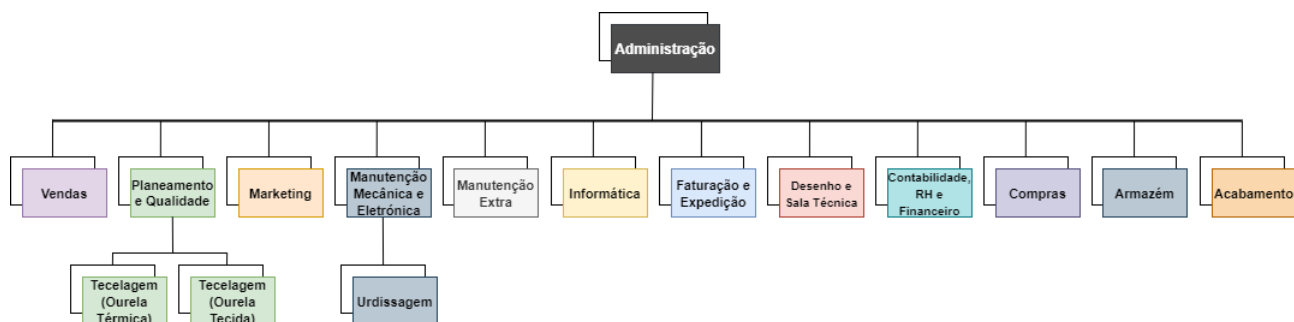


Figura 7 - Organograma da Haco-Etiquetas S.A. (Haco-Etiquetas-S.A., 2020a)

De forma a alcançar os objetivos estabelecidos e evidenciar a importância de cada função dos trabalhadores, a organização divulga e distribui, pelos mesmos, o manual de funções e responsabilidades (Haco-Etiquetas S.A., 2020a).

3.2 Caracterização do processo produtivo

Nesta secção é feita uma caracterização do processo produtivo da empresa. Primeiramente, serão apresentadas algumas definições de conceitos técnicos associados à produção de etiquetas tecidas. Posteriormente, iremos descrever o processo produtivo, com o intuito de mostrar quais as etapas que acrescentam valor ao produto. A recolha de informação ocorre de forma direta e indireta através do Manual Técnico da Haco Etiquetas S.A. e, também, provém de contactos estabelecidos no chão de fábrica com os colaboradores da empresa, pertencentes aos diferentes departamentos.

3.2.1 Definições Técnicas

Para melhor compreensão dos conceitos técnicos da produção de etiquetas, são transcritas as seguintes definições (Haco-Etiquetas-S.A., 2020b, p.3):

Urdume ou Teia: “Conjunto dos fios dispostos longitudinalmente nos teares”.

Trama: “Conjunto de fios que atravessam na transversal os fios do urdume”.

Batidas: “Número de passagens de trama por centímetro”.

RL: “Número total de passagens de trama da etiqueta (fundo mais figura)”.

Título: “Grossura ou espessura de um fio. Existem várias unidades de medida de Título, como sendo em Tex, Denier, Número métrico Nm, etc. Os Títulos de fio que a Haco-Etiquetas usa na produção de etiquetas, são expressos em unidades Tex, mais concretamente Dtex o que representa o peso em gramas de 10000 metros de fio”.

Trama Dupla: “Técnica utilizada quando se deseja maior cobertura ou volume de figura da etiqueta. Ajuda a esconder os pontos de prisão da figura”.

Monofilamento: “Filamento de Nylon fininho e transparente que se utiliza para fazer as prisões da figura de forma a ficar invisível, ficando assim a cor da figura realçada ao máximo”.

Prisões: “A prisão dos fios de figura no verso da etiqueta proporciona um aspeto mais fino e compacto ao produto. Nas etiquetas em cetim, alta definição, sarjado ou tafetá campo bordado é possível prender os fios no verso, sem que se notem na parte frontal da etiqueta. No caso de etiquetas em tafetá simples tal não é possível”.

Rapport: “É a largura máxima que um desenho pode ter e conseqüentemente com que se pode produzir as etiquetas. Tecidos poderão ser produzidos com a largura de 900 mm, por repetição sucessiva de *rapports* de 100, 150 ou 200 mm”.

3.2.2 Etiquetas: Fios, Fundos e Teares

Os fios utilizados atualmente na Haco Etiquetas S.A. são 100 % poliéster. É possível utilizar fios de algodão, existindo a possibilidade de produzir uma etiqueta 100% algodão em ourela tecida. Os tipos de fio existente na Haco Etiquetas S.A podem ser resumidos a quatro tipos: Norma, Brilhante, Metálico e Reflexivo (Haco-Etiquetas S.A., 2020b).

Os tipos de fundo existente na Haco Etiquetas são os seguintes: Tafetá; Sarjado; Alta Definição; Cetim; Tubular; Super Alta Definição e Silk Damask (Haco-Etiquetas S.A., 2020b). A qualidade final e a rapidez de execução da etiqueta dependem da fonte original

do desenho e não do tipo de fundo selecionado.

Em relação aos teares, existem dois tipos, os de ourelas térmicas (figura 8) também designados por tear eletrônico de Pinças, que se subdivide em ourelas cortadas por meio de filamentos incandescentes (queimadores) e ultrassónico, que se trata de um tipo de acabamento. O outro grupo de teares é o de ourelas tecidas, também designado por tear eletrônico de agulhas (figura 9). Designa-se de ourelas as extremidades laterais das etiquetas, ou seja, a separação entre etiquetas. É onde se prende o fio da trama, para ficar tudo preso (Haco-Etiquetas S.A., 2020b).



Figura 8 - Tear eletrônico de pinças



Figura 9 - Tear eletrónico de agulhas

Existem 9 teares de ourelas tecidas, sendo a principal vantagem a produção de etiquetas com toque macio, evitando o desfiamento lateral. Possibilita a utilização de uma grande gama de cores. As desvantagens destes teares é o seu custo elevado, pois para além de não terem uma produção contínua, apresentam um tempo de setup muito elevado, superior ao tempo que está a produzir. Requer muitas afinações e uma montagem demorada. Em relação aos teares eletrónicos de pinças, existem 23 teares. Estes apresentam uma produtividade muito superior ao de agulhas. As etiquetas de ourelas térmicas são desaconselháveis para camisaria em uso interno. As etiquetas apresentam boa qualidade ao desfiamento (Haco-Etiquetas S.A., 2020b). Na tabela seguinte é apresentada uma síntese dos tipos de teares existentes na organização.

Tabela 6 - Tipos de teares

Tipos de Teares	Tipos	Quantidades	Vantagens
Tear eletrónico de pinças ou	Ourelas Cortadas		<ul style="list-style-type: none"> - Menor custo; - Maior rapidez na produção; - Boa qualidade em todo o tipo de fundo.

Tear de ourelas térmicas	Ourelas Ultrassónico	23	<ul style="list-style-type: none"> - Indicado para todo o tipo de fundo; - Toque macio das ourelas; - Boa qualidade no produto final.
Tear eletrónico de agulhas ou Tear de ourelastecidas		9	<ul style="list-style-type: none"> - Toque macio nas bordas da etiqueta; - Evita o desfiamento lateral; - Possibilidade de utilização de grande gama de cores de urdume; - Possibilidade de fazer efeitos à teia; <p>Desvantagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Custos mais elevados; - Não aconselhável para etiquetas de alta-definição.

3.2.3 Processo produtivo

O processo produtivo da Haco Etiquetas S.A. é apresentado na figura 10. Esta mostra a cadeia de valor do produto que se inicia pela receção da encomenda pelo comercial e termina na sua expedição e faturação.

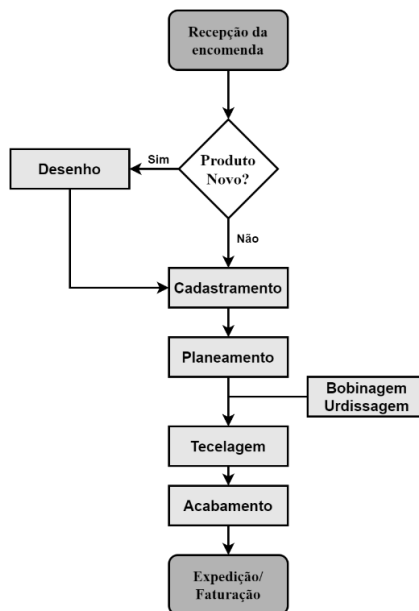


Figura 10 - Processo produtivo da Haco-Etiquetas S.A. (Haco-Etiquetas-S.A., 2020b)

De seguida é apresentado em detalhe as ações que acrescentam valor ao produto dentro de cada secção, as quais são essenciais para a fabricação de uma etiqueta tecida.

O departamento comercial interage com o cliente ao longo de todo o processo produtivo. Inicialmente recebe um pedido da encomenda, transformando-o em um pedido de amostra. O comercial realiza alguns cálculos para determinar o número de batidas, o RL, datas de entrega, entre outras informações técnicas. Se o pedido for sobre um produto novo, a informação segue para o departamento de desenho, de forma a desenvolverem a imagem da etiqueta enviada pelo cliente, caso contrário, se for um produto já elaborado anteriormente, a informação segue para o cadastramento, que retém os produtos desenvolvidos no passado, seguindo depois a informação para o planeamento.

No desenho inicialmente há um desenvolvimento de um PDF, onde o objetivo é aproximar-se ao máximo da imagem original recebida. Em seguida é elaborado o desenho no programa MuCAD (fornecido pela Muller, fabricante de teares). Neste passo, o objetivo é transformar o PDF em linguagem técnica percebida pelos teares. A informação é entregue sobre a forma de disquetes ao tear de amostras, dividido em metade de fundo preto e metade de fundo branco. Após a tecelagem da amostra, a mesma retorna ao desenho para uma inspeção final. Se a mostra for aprovada, a informação segue para o planeamento, sendo também cadastrada.

A cadastragem tem como objetivo rever a amostra, enviar a amostra anexa ao cartão de aprovação para o cliente, registrar a amostra e fazer o cadastro das amostras aceites.

O planeamento antecede a tecelagem e gere a ocupação dos teares conforme a largura e cor da teia. O pedido de amostra é inserido no programa Preactor, sendo a informação enviada para um servidor situado no Brasil. Neste processo é elaborado um planeamento automático. Posteriormente, é exportada a informação processada que origina o documento Ordem de Produção. Na ausência de material para gravar a disquete que irá transportar a informação técnica para a tecelagem, é pedido aos colaboradores do departamento de desenho para executarem essa ação.

A tecelagem é o departamento onde se produz a etiqueta após aprovação do cliente. Neste espaço físico situam-se os teares com os respetivos fios de teia e trama, fios de trama em stock e material auxiliar à produção como, um quadro Kanban e um sistema informático para registar a entrada e saída das ordens de produção.

Em sintonia com a tecelagem existe a urdissagem. Neste sector ocorre o enchimento dos carretéis, que correspondem aos enrolamentos de teia para alimentar os teares. Este processo é mais artesanal que os restantes, sendo imprescindível à produção da etiqueta. Para além da urdissagem, o armazém e a manutenção, estão lado a lado com a tecelagem

quer para o fornecimento de matéria-prima e material acessório, quer para a manutenção dos teares e outros equipamentos.

A etapa posterior à tecelagem é o acabamento. Neste departamento executa-se os diversos tipos de cortes e acabamentos conforme a especificação do cliente. Existe uma máquina de corte ultrassónico, 10 máquinas de cortes de vários tipos, uma máquina de colocação da bi-adesiva, uma máquina de goma, uma calandra e uma máquina com filamento incandescente para cortar etiquetas de medidas superiores. Importa realçar quais os tipos de corte e acabamentos possíveis de executar neste departamento. Os tipos de corte existentes na Haco Etiquetas S.A, são os seguintes (Haco - Etiquetas S.A, 2020b):

- I. Corte 2 - corte quente reto;
- II. Corte 4 - corte e dobra ao meio;
- III. Corte 6 - corte oblíquo;
- IV. Corte 8 - corte e dobra às pontas;
- V. Corte 7 - corte envelope;
- VI. Corte 9 – corte reto fita bi-adesiva;
- VII. Corte 13 – corte com dobra de um lado;
- VIII. Corte 14 – corte a laser;
- IX. Corte 29 – corte manual.

Para além dos tipos de corte existem também diversos acabamentos, dos quais: engomagem; relevo; calandragem; fita bi-adesiva; fita termocolante; entretela termocolante; enchimento; recorte laser; entretela autocolante; fita reflexiva; cordão; solda; gravação a laser; impermeabilizante; mosquetão; vincagem; vinil termocolante; proteção para raios UV; dobra manual e velcro (Haco - Etiquetas S.A, 2020b).

Após o acabamento da etiqueta é feito um controlo da qualidade, maioritariamente visual. A empresa dispõe de alguns equipamentos de medição, entre os quais régua e balança. O controlo do número de etiquetas é feito por pesagem. Para precaver derrapagens nesse número, resultado de erros ocorridos durante o processo produtivo, a Haco Etiquetas S.A., ao confirmar uma encomenda deixa em infra a informação que a quantidade da encomenda tem um desvio de mais ou menos 10% do número de etiquetas pedido.

O processo produtivo finaliza-se com a faturação e expedição.

Capítulo 4

Aplicação do Lean Seis Sigma ao caso de estudo

O capítulo 4 retrata a aplicação do LSS ao caso de estudo, através da conceção e desenvolvimento de um ciclo DMAIC. Os seguintes subcapítulos mostram-nos as cinco etapas desta ferramenta, que foram construídas sucessivamente com o objetivo de alcançarmos o nosso objetivo específico, ou seja, reduzir o desperdício resultante da produção de etiquetas tecidas pela Haco Etiquetas S.A.

Inicialmente, na fase da definição, é descrito o problema e abordamos a ponte de ligação entre a organização e o objetivo desta dissertação. Numa segunda fase, a de medição, efetuamos uma análise de dados, fornecidos pela organização, relativos às não conformidades ou desperdício resultante da produção de etiquetas. A terceira fase centra-se numa análise causa-efeito, pormenorizada, relativa ao principal tipo de defeito, equacionado na fase anterior. Após esta análise causa-efeito, segue-se a fase de melhoria onde o objetivo é, de acordo com a análise prévia, definir ferramentas e técnicas para resolverem a problemática levantada. O ciclo DMAIC desenvolvido para dar resposta a este problema, culmina na fase de controlo, onde se pretende avaliar e sistematizar as ações e resultados alcançados com recurso ao LSS.

4.1 Fase de definição

A definição do problema é o tiro de partida para o desenvolvimento do ciclo DMAIC. O problema é uma parte do tema que se pretende ver resolvido, isto é, o tema desta dissertação centra-se na melhoria do processo com recurso ao LSS e o problema é um caso real, onde se pretende chegar a uma solução que resolva a problemática do desperdício resultante da produção de etiquetas tecidas. Neste caso, o desperdício, é resultado da produção de etiquetas não conformes, que tem como consequência uma redução do nível de qualidade da produção e acarreta mais custos, uma vez que o desperdício é superior ao desejado. Nesse sentido o LSS dá resposta a essa problemática, melhorando o nível de qualidade da organização, reduzindo o desperdício, através do desenvolvimento de um ciclo DMAIC, apresentando uma solução que traga eficácia e eficiência à organização.

A Haco Etiquetas S.A. apresenta três objetivos estratégicos dos quais dois estão diretamente relacionados com a problemática levantada. Um objetivo centra-se na

redução do desperdício e outro no aumento da faturação e rentabilidade da empresa (Haco-Etiquetas S.A., 2020a).

O primeiro contacto com a organização surgiu com o intuito de fazer uma visita às instalações, de forma a conhecer os diversos departamentos, o processo produtivo e as interações que existem na organização. Posteriormente, foram efetuadas mais visitas às instalações onde se constatou que a organização efetuava um registo mensal das não conformidades detetadas durante o processo produtivo. É evidenciado que a organização realça a importância do desperdício resultante da produção, destacando entre outros parâmetros, o valor perdido em cada encomenda. Um levantamento das etiquetas não conformes é efetuado, através do rastreamento das ordens de produção. Os tipos de defeito são categorizados de acordo com a causa do defeito. A organização efetua uma mensuração do desperdício, contudo não desenvolve ações para resolver o problema.

Após vários contactos com o chão de fábrica, efetuou-se uma reunião com a gestão de topo, onde se trocaram ideias relativas aos problemas da organização. Concluiu-se que a redução do desperdício é uma questão-chave para a melhoria do processo da Haco Etiquetas S.A., melhorando a qualidade da produção e diminuindo os custos.

Nesta dissertação vamos desenvolver um processo de cinco etapas DMAIC para dar resposta à problemática levantada. A etapa seguinte, corresponde à fase de medição, onde com o auxílio de um ficheiro em formato Excel denominado Reprogramações, correspondente ao levantamento das etiquetas não conformes resultantes do processo produzido, identificam e quantificam desperdício de produto acabado.

4.2 Fase de medição

Nesta fase o objetivo é mensurar o problema, isto é, devemos determinar a atual performance do processo. Neste caso de estudo efetua-se uma análise aos números de etiquetas produzidas não conforme, ou seja, que resultam em desperdício.

A Haco Etiquetas S.A. avalia todas as não conformidades geradas na organização, repartindo essa informação em vários documentos, sendo que, aquele que melhor traduz o desperdício resultante da produção de etiquetas tecidas é um ficheiro em formato Excel denominado Reprogramações. Este ficheiro é elaborado mensalmente, onde constam a data de produção, a denominação da etiqueta, o número de pedido, a quantidade pedida, a quantidade de etiquetas produzidas não conformes, a respetiva percentagem de defeitos na encomenda, o preço ao milheiro (mil etiquetas), o valor total perdido na encomenda, o

motivo do desperdício, a área responsável, o responsável e a decisão de reprogramar ou não, isto é, de fazer a quantidade em falta ou não.

Nesse sentido, no âmbito deste trabalho foi elaborada uma análise ABC tendo por base os ficheiros fornecidos pela organização, relativos ao período temporal compreendido entre janeiro de 2018 e novembro de 2020. Os dados são reagrupados por anos, resultando assim em três análises ABC. O foco destas análises é entender quais os principais motivos de desperdício em cada ano e em todo o período de estudo considerado, tendo em conta os dados fornecidos pela empresa. A determinação do motivo pela organização é elaborado segundo um processo de rastreamento, de acordo com o número do pedido, onde, tendo em conta as ações realizadas e os defeitos apresentados pela etiqueta não conforme, é-lhe atribuído um motivo. De seguida são apresentadas as análises ABC e as conclusões que podemos retirar desta fase do ciclo DMAIC.

4.2.1 Análise ABC relativa ao ano 2018

Nesta análise são considerados os motivos, valor perdido e a respetiva percentagem de cada motivo em relação ao total de valor perdido no ano de 2018. A tabela 7 sintetiza a informação resultante da análise elaborada às reprogramações do ano de 2018. Posteriormente, a figura 11 mostra-nos a análise ABC relativa ao ano de 2018.

Tabela 7 - Reprogramações relativas ao ano 2018

Numeração	Motivo	Valor perdido (€)	% Acumulada
1º	Queimadores	17256,17	34,82
2º	Tortas	8251,51	51,47
3º	Mal cortada no ultrassónica	5465,18	62,49
4º	Falta de fio	3043,51	68,63
5º	Tortas e queimadores	2239,7	73,15
6º	Falta de fio e tortas	2034,83	77,26
7º	Teia errada	1314,63	79,91
8º	Largura errada	1229,36	82,39
9º	Falta de fio e queimadores	1225,45	84,86
10º	Queimadores e falta de fio	1156,92	87,20
11º	Sujas	764,12	88,74
12º	Batidas erradas	742,62	90,24
13º	Mal cortada	683,59	91,62
14º	Queimadores e tortas	606,98	92,84
15º	Não foi produzida	547,2	93,95
16º	Tortas e falta de fio	491,66	94,94

17º	Muito tortas	428,86	95,80
18º	Varição medida	342,9	96,50
19º	Falta de fio e sujas	313,53	97,13
20º	Vincos e queimadores	250,8	97,64
21º	Tortas e variação	162,59	97,96
22º	Mal produzida	142,5	98,25
23º	Entretela mal aplicada	111,44	98,48
24º	Cores erradas	105	98,69
25º	Vincos	101,83	98,89
26º	Feito tam. 36 em vez de 40	95,04	99,08
27º	Cor errada	90,2	99,27
28º	Varição comprimento	85,75	99,44
29º	Varição e queimadores	75	99,59
30º	Pelo	57,81	99,71
31º	Falta de fio e variação	47,6	99,80
32º	Pelo e queimadores	29,94	99,86
33º	Raleiras	29,16	99,92
34º	Sujas e queimadores	16,8	99,96
35º	Termocolante mal aplicada	10,83	99,98
36º	Produzido em XXS e era 2XS	10,5	100,00
Total		49561,51	

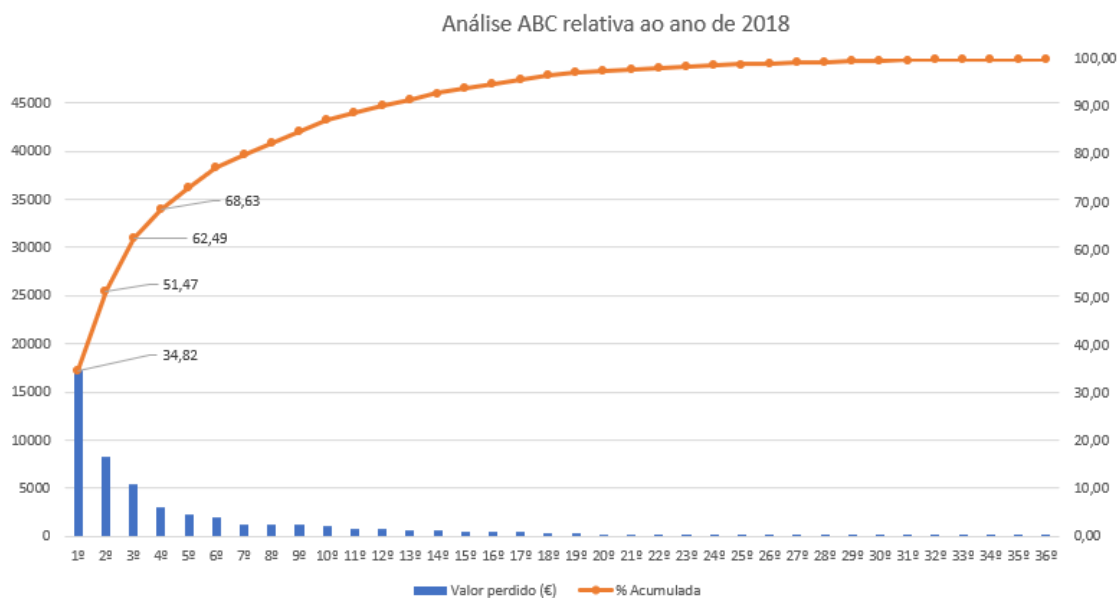


Figura 11 - Análise ABC relativa ao ano 2018

4.2.2 Análise ABC relativa ao ano 2019

Nesta análise são considerados os motivos, valor perdido e a respetiva percentagem de cada motivo em relação ao total de valor perdido no ano de 2019. A tabela 8 sintetiza a informação resultante da análise elaborada às reprogramações do ano de 2019. A figura 12 mostra-nos a análise ABC relativa ao ano de 2019.

Tabela 8 - Reprogramações relativas ao ano 2019

Numeração	Motivo	Valor perdido (€)	% acumulada
1º	Queimadores	13833,65	37,49
2º	Tortas	10242,61	65,26
3º	Mal cortadas no ultrassónico	4390,36	77,15
4º	Mal cortadas	1978,17	82,52
5º	Falta de fio	1569,36	86,77
6º	Falta de fio e tortas	1042,45	89,60
7º	Desenho	675,5	91,43
8º	Queimadores e tortas	627,57	93,13
9º	Falta de fio e queimadores	564,89	94,66
10º	Sujas	465,98	95,92
11º	Tortas e mal cortadas	341,96	96,85
12º	Tramas trocadas	252	97,53
13º	Tortas/ US	249,15	98,21
14º	Tortas e falta de fio	142,33	98,59
15º	Mal produzida	124,9	98,93
16º	Não pediu a quantidade exata	115,85	99,24
17º	Não produzido	84,06	99,47
18º	Trama errada	73,01	99,67
19º	Tortas e variação	52,75	99,81
20º	Raleiras e falta de fio	28,73	99,89
21º	Cliente	17,64	99,94
22º	Variação de comprimento	15,69	99,98
23º	Variação	6,8	100,00
Total		36895,41	

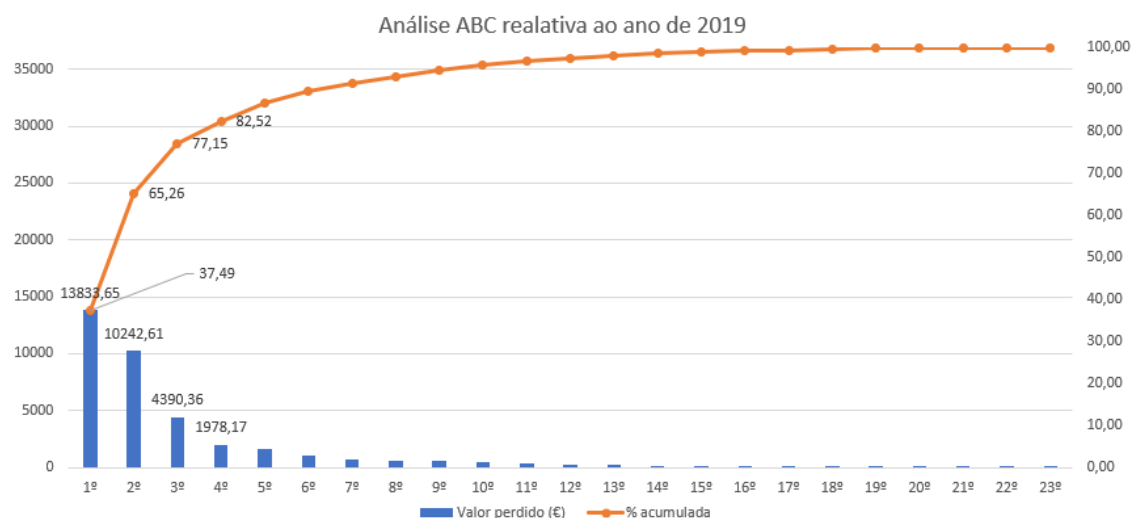


Figura 12 - Análise ABC relativa ao ano 2019

4.2.3 Análise ABC relativa ao ano 2020

Nesta análise são considerados os motivos, valor perdido e a respetiva percentagem de cada motivo em relação ao total de valor perdido no ano de 2020. A tabela 9 sintetiza a informação resultante da análise elaborada às reprogramações do ano de 2020. A figura 13 mostra-nos a análise ABC relativa ao ano de 2020.

Tabela 9 - Reprogramações relativas ao ano 2020

Numeração	Motivo	Valor perdido (€)	% acumulada
1º	Queimadores	13757,16	40,59
2º	Tortas	9373,27	68,24
3º	Tortas e queimadores	2448,3	75,47
4º	Mal cortadas no US	2087,06	81,63
5º	Falta de fio	1642,14	86,47
6º	Falta de fio e queimadores	1491,11	90,87
7º	Tortas, queimadores e fio	1058,93	93,99
8º	Falta de fio e tortas	465,02	95,37
9º	Mal cortadas	431,71	96,64
10º	Produzidas do avesso	344	97,66
11º	Mal produzidas	296,35	98,53
12º	Queimadores e tortas	258,98	99,29
13º	Sujas	103,47	99,60
14º	Variação	87,43	99,86
15º	Estrutura do desenho	16,58	99,91

16º	Alteração da medida	16,33	99,95
17º	Não produzidas	15,45	100,00
Total		33893,29	

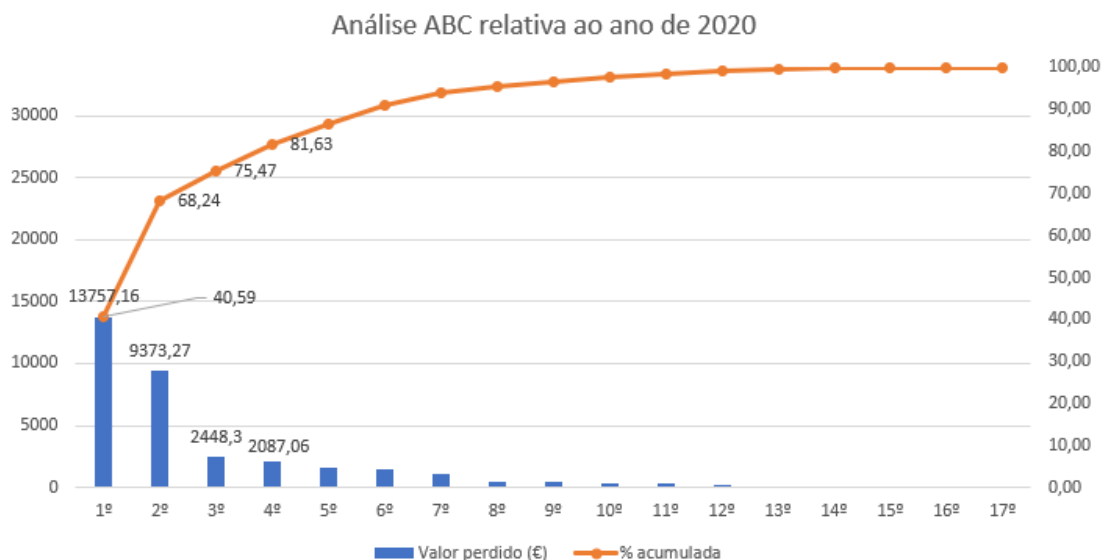


Figura 13 - Análise ABC relativa ao ano 2020

4.2.4 Análise crítica

Da análise ABC efetuada para o período temporal em estudo constatamos que para os três anos analisados, o motivo com maior percentagem de valor perdido atribuído é “queimadores”. Nos anos de 2018 e 2019 seguem-se, respetivamente, por maior peso no valor total perdido, os motivos “tortas” e “mal cortadas na ultrassónica”. No ano de 2020 os motivos que surgem no segundo e terceiro lugar são, respetivamente, “tortas” e “tortas e queimadores”. Em 2018 são atribuídos trinta e seis diferentes motivos ao desperdício de etiquetas, em 2019 estão associados vinte e três diferentes motivos e no ano 2020 constam nos dados dezassete tipos de motivos. De referir que alguns motivos são agrupados, resultando numa redundância, que do ponto de vista da análise gera dúvida quanto à interpretação dos dados.

É necessário efetuar uma análise crítica aos dados fornecidos pela organização. Constatamos que nos diferentes anos existe uma variação nas denominações dos motivos, ou seja, em alguns anos são utilizadas denominações que não constam nos outros. Um

outro problema evidenciado é a redundância de dados, isto é, quando se agrupam motivos que aparecem isolados, gerando instabilidade e dúvida na análise dos dados e no peso que os motivos têm. Importa realçar que ao analisarmos os dados fornecidos pela organização, deparamo-nos com um problema de uniformização de dados, sendo esse um primeiro aspeto a melhorar, num leque de melhorais que poderão vir a ser apresentada nesta organização, no sentido de dar solução à problemática levantada.

Contudo, é evidente que da análise ABC efetuada aos três anos, o motivo “queimadores” é o que tem mais peso no valor total perdido, e posto isto, é aquele que doravante vai ser alvo de estudo numa seguinte fase do ciclo DMAIC. Porém antes da fase de análise é necessário despistar uma situação, com base nos dados fornecidos. Foi elaborada uma análise ao motivo “queimadores”, agrupando os dados dos três anos. A mesma tinha por finalidade entender se o desperdício está mais associado a algum turno da tecelagem ou acabamento em específico. Da mesma resulta que o maior peso de valor perdido é atribuído ao 1º, 2º e 3º turnos da tecelagem. Não é evidente qual o turno com maior incidência deste motivo de defeito.

A seguinte fase do ciclo DMAIC retrata uma análise causa efeito elaborada ao motivo “queimadores”, com o intuito de perceber as razões que estão por detrás deste fenómeno.

4.3 Fase de análise

O objetivo nesta fase do DMAIC é efetuar uma análise causa efeito ao motivo “queimadores”, com o intuito de expor as causas que originam este tipo de defeito, visível na figura 14. As causas são categorizadas de acordo com a sua origem em máquina, mão de obra, material, método, medida e meio ambiente. A construção de um diagrama causa efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe ou 6M, constitui uma importante ferramenta visual, no qual podemos observar quais as causas que conduzem ao efeito indesejado para a produção. Após a construção deste diagrama, é necessário apresentar em detalhe as causas expostas, pois só assim podemos hierarquizá-las e perceber a sua contribuição para o defeito associado aos queimadores. O estudo das causas apresentadas permite concluir qual a causa raiz do problema levantado ou quais as que têm maior peso em termos de contribuição para o fenómeno em análise.

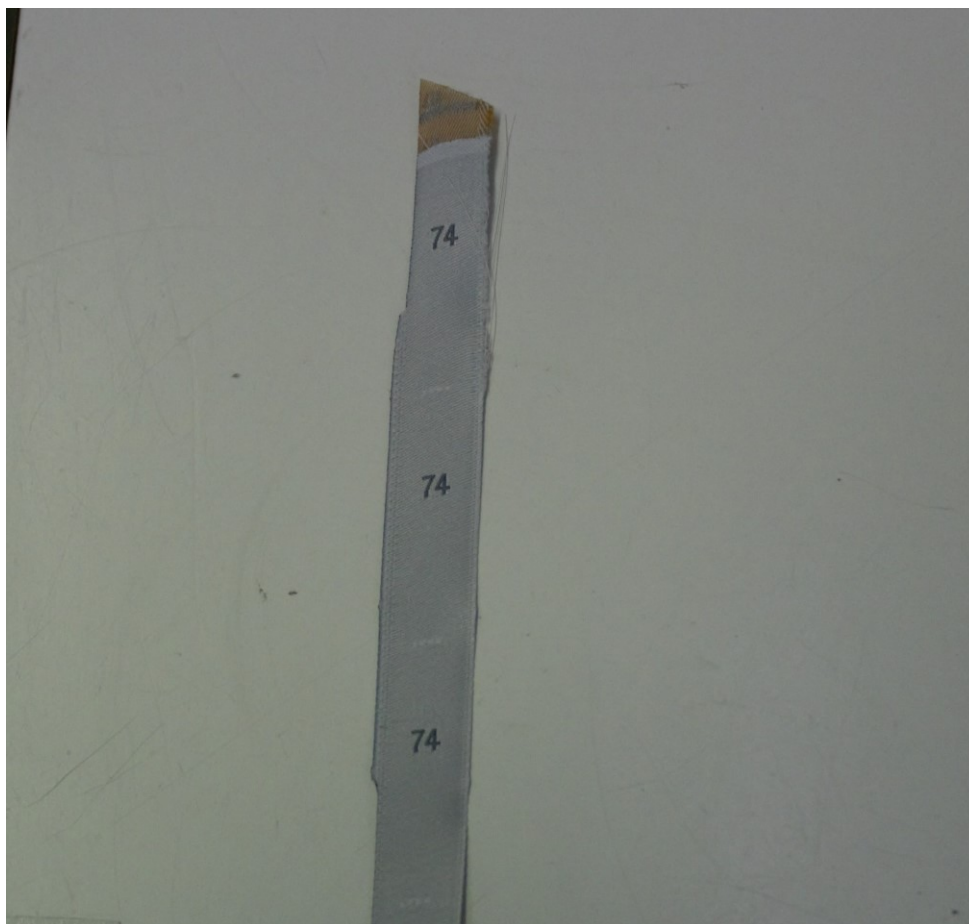


Figura 14 - Defeito associado aos queimadores

A determinação das causas foi fruto de observação direta do processo produtivo e da troca de informações, através da realização de Brainstormings entre colaboradores da Haco Etiquetas S.A, nomeadamente pessoal afeto aos departamentos de tecelagem e manutenção e o autor desta dissertação.

Primeiramente é essencial entender qual o conceito de queimador. Um queimador (figura 15) é uma peça acoplada ao tear, cuja função é cortar o tecido existente entre filas de etiquetas, dispostas paralelamente, através da queima do tecido, por intermédio de um fio metálico que ao ser percorrido pela corrente elétrica, aquece e provoca o rompimento do tecido por ação da temperatura. Os queimadores são ajustados, de acordo com a largura da etiqueta. No máximo é possível acoplar oitenta e cinco queimadores num tear. Importa realçar que os queimadores são estáticos quando o tear se encontra em funcionamento, isto é, são passíveis de ajustamento quando o tear está parado, mas quando este se encontra em marcha, estes estão fixos e o fenómeno de corte do tecido por ação da temperatura é induzido pela tração do tecido por parte do tear. O tecido encontra-se em movimento, tracionado pela máquina e o queimador estático.



Figura 15 – Queimador

Após a definição do conceito de queimador, urge refletir acerca das causas e respectivas subcausas que dão aso ao efeito em estudo. Embora a denominação do tipo de defeito para efeitos estatísticos é “queimadores”, com a análise causa efeito podemos constatar que as causas são diversas, com origens distintas e a nomenclatura do defeito pode ser díspar das suas causas. Posto isto, a figura 16 mostra-nos um diagrama causa efeito, no qual o efeito em estudo é o desperdício associado aos queimadores e as causas determinadas são: a humidade da tecelagem, a bobinagem, a quantidade da encomenda, a afetação de operários aos teares, as mudanças ou ausências de turnos, as características da encomenda, a temperatura dos queimadores, o desgaste dos queimadores e a tração do tecido no tear.

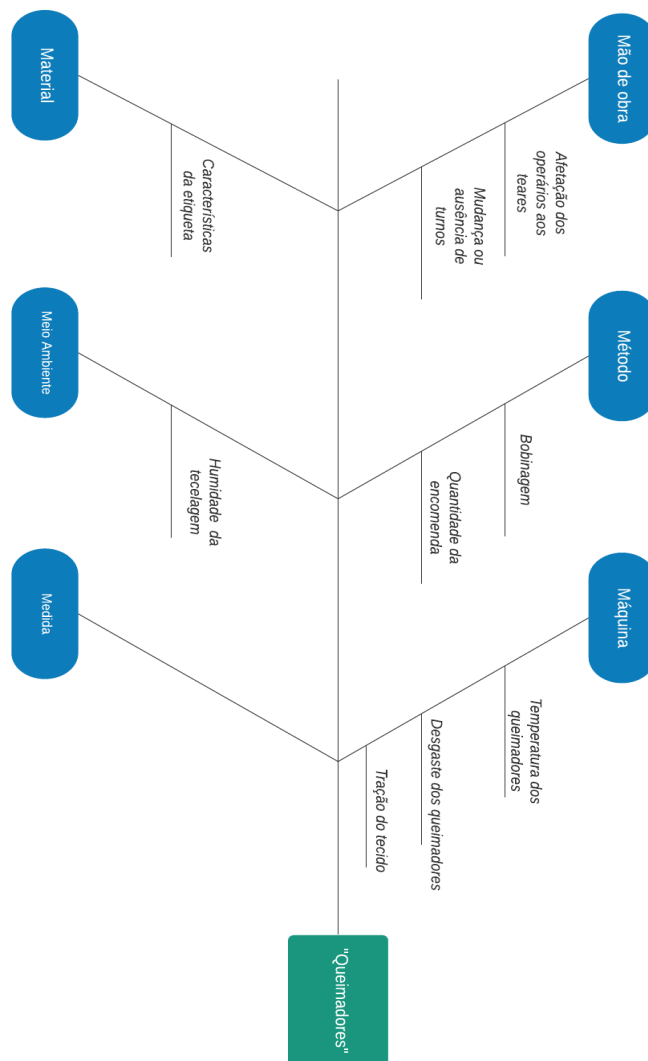


Figura 16 - Diagrama causa-efeito

Afetação dos operários aos teares: no departamento de tecelagem, um tecelão é responsável pelo funcionamento de dez a doze teares em simultâneo. O tear não possui sistemas de alerta de funcionamento anormal, ou seja, quando o tecelão não se encontra perto da máquina, não percebe o estado de produção das máquinas e não executa ações de paragem e reajustamentos para a máquina voltar a produzir as etiquetas em conformidade.

Mudança ou ausência de turnos: A mudança de turnos implica paragens das máquinas. Após a retoma do funcionamento dos teares, verifica-se um intervalo de tempo em que a máquina produz etiquetas não conformes, sendo que os defeitos associados aos queimadores ocorrem com maior incidência nestes períodos face ao normal

funcionamento do tear. As trocas de turnos implicam a troca de mão de obra, isto é, a entrada em serviço de novos colaboradores, coincidindo com uma maior incidência deste tipo de defeitos. A ausência de determinados turnos implica paragens mais prolongadas das máquinas, que se traduz num maior período para o tear alcançar o funcionamento ótimo.

Bobinagem: A troca das bobines da trama está relacionada com este tipo de feito. Quando se efetua essa troca, a máquina está parada, resultando num pós período onde se regista maior incidência de produção de etiquetas não conformes. A opção por cones de trama de menores dimensões ao invés de cones de maiores dimensões, implica maiores períodos de paragem da máquina que por sua vez se traduz numa maior concentração de defeitos.

Quantidade da encomenda: a quantidade da encomenda despoleta este tipo de defeito. Se as quantidades de encomenda forem menores, tendo em conta o tempo que o tear demora até atingir o seu funcionamento ótimo, constatamos que a percentagem de encomenda produzida não conforme é superior quando, na ocorrência do mesmo fenómeno, a encomenda tem uma quantidade superior.

Humidade da tecelagem: a manutenção de um ambiente térmico com o nível de humidade favorável é essencial para a correta produção das etiquetas. Através do brainstorming, ficou evidenciado que o controlo da humidade é efetuado diariamente e de forma automática. Contudo, oscilações neste parâmetro podem interferir na produção das etiquetas, nomeadamente no comportamento do tecido.

Características da etiqueta: as características da etiqueta a produzir influenciam o desempenho dos queimadores, isto é, em função do tipo de ligamento, entre a trama e a teia. As etiquetas em que o ligamento é descontínuo, onde surgem partes de etiquetas com um ligamento diferenciado de outras partes, são mais propícias a apresentar defeitos associados aos queimadores, pois o fio metálico que executa o corte encontra-se à mesma temperatura, mas o tipo de ligamento ao ser diferente implica um comportamento diferenciado no corte do tecido.

Desgaste dos queimadores: o desgaste do fio metálico que executa o corte, implica oscilações no corte. Fios metálicos com maior desgaste provocam cortes imperfeitos e grosseiros nas etiquetas.

Temperatura dos queimadores: a temperatura dos queimadores não é uniforme. Nem todos os queimadores, perfilados para executar o corte, se encontram à temperatura ideal para cortar o tecido. Os defeitos no tecido incidem sobretudo nas extremidades do tecido,

ou seja, os queimadores das extremidades não apresentam a temperatura ideal para executar o corte. A temperatura de funcionamento encontra-se entre os 80 e 85% da sua capacidade.

Tração do tecido: Como antes referido, os queimadores são estáticos aquando do funcionamento do tear. Sofrem ajustamentos no início da produção de uma encomenda e durante a produção da encomenda quando o tecelão deteta uma anomalia, estando a máquina parada. O contacto do fio metálico com o tecido é promovido pela tração do tecido na máquina. Estes defeitos caracterizam-se pela existência de um corte desalinhado. Esse desalinhamento não é promovido pelos queimadores, uma vez que se encontram imóveis, mas sim pelo movimento contrário, impelido pelo tear ao puxar o tecido. Se ocorrer uma alteração no posicionamento da faixa de tecido que leve a um desalinhamento no corte, não existe nenhum mecanismo próprio do tear que corrija ou avise o tecelão deste fenómeno. A tensão provocada no tecido é passível de ajuste na máquina, contudo não é evidenciado que o mesmo é efetuado no início de cada produção. Nas pontas do tecido, a tensão com que o tecido se encontra não é igual ao centro, levando à produção de etiquetas com curvatura nas extremidades.

4.3.1 Análise crítica

Após a exposição das causas que dão aso ao efeito indesejado para a produção, é pertinente executar uma reflexão, com o intuito de perceber quais as causas que têm maior impacto nos defeitos associados aos queimadores.

Da análise causa efeito constatamos que a paragem e posterior arranque do tear, estão estritamente ligados a uma maior incidência de defeitos. Um outro fator, associado a um corte irregular e grosseiro das etiquetas, centra-se com a existência de fios metálicos que não se encontram nas condições ótimas. A incapacidade de manter uma temperatura uniforme nos mesmos associado às descontinuidades que algumas etiquetas apresentam fruto da necessidade de executar diferentes ligamentos na mesma, potenciam este tipo de desperdício. O outro fenómeno evidenciado, que se insere no motivo de defeitos em análise é o corte desalinhado, provocado por oscilações no posicionamento da faixa de tecido durante a produção da encomenda. Os defeitos ocorridos durante a produção da encomenda são passíveis de passar despercebidos aos operadores dos teares devido à ausência de informação do erro e também devido à afetação dos teares.

Posto isto, podemos afirmar que não existe uma causa única para ocorrência de defeitos associados aos queimadores. As existências de múltiplas causas potenciam este fenómeno e o peso que tem no total do desperdício da organização.

A próxima fase retrata a procura de possíveis soluções para dar resposta à problemática levantada, tendo em conta a análise causa efeito efetuada nesta secção.

4.4 Fase de melhoria

Após a fase de análise segue-se a fase de melhoria. Constitui o quarto passo do processo de cinco etapas DMAIC desenvolvido nesta dissertação, com o intuito de dar resposta à problemática levantada. O objetivo nesta fase é desenvolver soluções, propondo melhorias à organização em estudo.

4.4.1 Definição da estratégia de manutenção

Partindo da análise anteriormente efetuada, constatamos que as condições em que se encontram os fios metálicos que efetuam o corte do tecido, através da queima do mesmo, são um fator importante no êxito da produção das etiquetas. No estado atual da produção, a substituição dos fios metálicos é efetuada quando se observa que os mesmos deram aso à produção de etiquetas defeituosas, sendo que, pode corresponder a uma pequena parte ou até à totalidade da encomenda. É explícito que se trocam estes componentes apenas quando se deteta que estão a cortar incorretamente, ou por queima excessiva do tecido ou por um corte mais grosseiro e irregular. A troca dos fios metálicos pressupõe a existência de desperdício. Este problema tem uma relação estrita com a função manutenção nesta organização.

Primeiramente iremos abordar a função manutenção e as diferentes estratégias de manutenção. De seguida, vamos nos concentrar na estratégia adotada pela organização, com foco na problemática levantada. Posteriormente é elaborada uma reflexão sobre a importância da mudança da estratégia de manutenção, como aspeto de melhoria, que trará frutos no que diz respeito à redução do desperdício associado ao motivo “queimadores”.

De acordo com Cardoso (2019), qualquer equipamento, sistema ou instalação, está sujeito a um processo progressivo de degradação, como consequência da sua utilização ou de causas furtivas. Define-se manutenção como sendo uma combinação de ações de gestão,

técnica e económicas aplicadas aos bens de uma empresa para otimização do seu ciclo de vida.

Em termos estratégicos definem-se três tipos de manutenção: a corretiva ou curativa, a periódica ou preventiva e a condicionada (Cardoso, 2019).

A estratégia corretiva ou curativa é a mais simples, pois consiste em não fazer nada até o equipamento avariar, porque implica uma série de consequências, estratégia de manutenção. Na sua essência, consiste em manter o equipamento em funcionamento até que este avarie. É aparentemente atrativa do ponto de vista económico porque tem um baixo custo fixo de implementação. Contudo, acarreta uma série de consequências, tais como a interrupção da produção que apresenta custos avultados, os custos de segurança avultados, custos de reparação elevados por deixar a avaria chegar a um ponto crítico e ocorre em momentos tais que não temos recursos humanos e não humanos em tempo e número necessários para reparar a avaria. Justifica a utilização desta estratégia a existência de equipamentos de baixo custo e equipamentos críticos que estejam duplicados (Cardoso, 2019).

De acordo com Cardoso (2019) a estratégia de manutenção periódica distingue-se pelo seu carácter preventivo. Baseia-se em intervenções efetuadas em intervalos de tempo regulares, visando assim, a diminuição da probabilidade da ocorrência das avarias durante os intervalos de tempo considerados. Nesta estratégia o objetivo é definir o intervalo de tempo ótimo. Pretende-se evitar duas situações extremas, tais como intervalos de tempo demasiado longos que aumentam a probabilidade da avaria e diminuem os custos e intervalos demasiados curtos que diminuem a probabilidade da ocorrência da avaria e aumentam os custos. Para a determinação do intervalo de tempo ótimo recorre-se à distribuição típica de avarias. As desvantagens que esta estratégia de manutenção apresenta são: a garantia de uma maior fiabilidade do equipamento, mas a não eliminação da ocorrência de avarias; custos fixos de implementação mais elevados; tempo gasto; a frequente intervenção humana vai levar ao equipamento a ter maior incidência de avarias e a substituição prematura do equipamento.

A estratégia de manutenção condicionada, tal como o nome indica, está condicionada a um aviso de informação que vem de sensores ou métodos de inspeção que disponhamos. Implica uma informação proveniente do equipamento. É a estratégia que melhor se coaduna com o carácter aleatório das avarias. Para a aplicação desta estratégia é necessário realizar uma análise das avarias e usar métodos de diagnóstico de avarias. Apresenta como vantagens a capacidade de evitar graves interrupções do sistema de

produção, pois as ações de manutenção são programadas, reduz o tempo gasto em reparações, evita os custos elevados, utiliza os dados recolhidos sobre os parâmetros noutras ações de manutenção, elimina o desperdício e reduz a intervenção humana ao estritamente necessário (Cardoso, 2019).

Após uma breve revisão bibliográfica da função manutenção e das diferentes estratégias de manutenção, vamos executar uma breve análise ao papel que a manutenção tem na problemática levantada.

Na Haco Etiquetas S.A. a manutenção apresenta uma organização por oficinas. Segundo Cardoso (2019), a organização por oficinas que também se entende por especialidades técnicas é uma organização clássica e centralizada. Na organização em estudo existe uma oficina, da responsabilidade de um colaborador afeto às tarefas de manutenção.

Em relação à problemática levantada, é necessário entendermos qual a estratégia de manutenção que é adotada pela organização em relação à manutenção dos queimadores, mais especificamente na substituição dos fios metálicos. Através da observação e troca de informações é evidente que na Haco Etiquetas S.A. é adotada uma estratégia corretiva em relação à manutenção dos queimadores. Essa estratégia implica a substituição dos fios metálicos apenas quando estes avariarem. A determinação da avaria é consequência da produção de etiquetas não conformes o que por sua vez implica custos para a organização. O custo desta estratégia de manutenção reflete-se no custo de produção de etiquetas não conformes. Posto isto, podemos afirmar que a estratégia aplicada implica desperdício associado ao motivo “queimadores”, aquele que tem maior peso monetário no total do desperdício. Urge assim mudar a estratégia de manutenção em relação aos queimadores.

De acordo com a breve revisão bibliográfica efetuada anteriormente, podemos afirmar que a organização em estudo deve adotar uma estratégia de manutenção periódica, com o intuito de diminuir a probabilidade da ocorrência de avarias nos queimadores, mais especificamente na capacidade de garantir a existência de fios metálicos que se encontrem nas mesmas condições de funcionamento e assim reduzir o número de etiquetas produzidas com defeito. É necessário estipular o tempo de vida dos fios metálicos responsáveis pelo corte do tecido por ação da temperatura, para assim definirmos qual o intervalo de tempo ótimo para a troca de todos os fios dos queimadores afetos a um tear. Esse estudo poderá ser realizado previamente, após apreciação desta dissertação por parte da organização em estudo.

Encontrado um caminho para reduzir o desperdício associado ao corte irregular e grosseiro dos fios metálicos, parte integrante dos queimadores, importa lembrar que existe uma outra causa determinada na secção anterior, que terá uma quota parte neste tipo de defeito, causa essa definida como a tração do tecido.

A determinação desta causa resultou da tentativa de compreender uma questão pertinente, questão essa que interroga a existência de desperdício associado aos queimadores, mas que não está verdadeiramente relacionado com estes. Como o corte é induzido por um movimento de tração e os queimadores são estáticos, foi levantada a dúvida acerca da existência de defeitos associados aos queimadores, mas estando estes em condições normais de funcionamento, não são os responsáveis. Este tipo de defeito caracteriza-se pela existência de uma faixa de etiquetas cortadas e desalinhadas. Posto isto, entende-se que este problema é complexo e necessita de um estudo mais aprofundado da máquina e do seu funcionamento. A escolha de uma ferramenta integrante da metodologia LSS que poderá dar resposta a este problema será apresentada na seguinte subsecção.

4.4.2 Estudo sobre a aplicação de um sistema Andon

A produção de etiquetas não conformes associadas ao motivo “queimadores” está intrinsecamente relacionado com um fenómeno que ocorre no tear. Verifica-se que a tração do tecido é uma causa que potencia a ocorrência deste tipo de desperdício. O movimento da faixa de tecido produzido no tear e posteriormente cortado no mesmo é proporcionado pela máquina e verifica-se que estando todos os queimadores em condições ótimas de funcionamento ocorre a produção de etiquetas mal cortadas, mais concretamente apresentando um corte desalinhado. Chegamos à conclusão de que as condições de funcionamento do tear, em específico a forma como o mesmo traciona o tecido são uma causa deste tipo de desperdício.

Este é um ponto a melhorar e o objetivo desta subsecção é apresentar uma proposta de implementação futura de uma ferramenta do LSS que possa dar resposta a este problema. Para a escolha da ferramenta é necessário considerar que o fenómeno verificado é resultado do funcionamento intrínseco da máquina, ou seja, da sua forma de funcionar normalmente. Logo não foi considerado um sistema que eliminasse o erro, mas sim um sistema que advertisse da ocorrência do mesmo. Esta tomada de posição é baseada na afetação de teares aos operadores e na ausência de sistemas de alerta incorporados no

mesmo que informem o operador da ocorrência de uma anomalia. De seguida é apresentada a ferramenta Andon, escolhida para dar resposta a este problema.

De acordo com Kamada (2007), o Andon é uma ferramenta de gestão visual usada para detetar anormalidades e encontra-se no pilar do Jidoka. É o termo japonês para lâmpada e caracteriza-se pela existência de um sinal luminoso com números que representam as estações de trabalho ou máquinas. Simas (2016) considera o Andon como uma ajuda visual ao operador na identificação de problema com o intuito de parar a produção e chamar a pessoa responsável para que a máquina possa ser reparada.

A proposta de melhoria centra-se na implementação de um sistema Andon com o objetivo de informar os operadores do departamento de tecelagem da ocorrência do fenómeno em estudo. Numa primeira fase é necessário acoplar aos teares um sensor de posicionamento da faixa de tecido com o intuito de se acionar quando se verifica o fenómeno de desalinhamento. O desalinhamento da faixa de tecido será detetado pelo sensor através de uma oscilação horizontal de um ponto de referência que se encontra posicionado no centro da faixa. O ponto de referência pode ser definido no departamento de desenho, mais especificamente no desenho técnico. A figura 17 mostra-nos um esboço da área de implantação do dispositivo. Aos teares é anexado um sistema de luzes Andon, compostas usualmente por três luzes de cores: verde, amarela e vermelha, como podemos observar na figura 18. Tipicamente em sistemas Andon, a um sinal luminoso verde corresponde um funcionamento normal e quando esse troca para vermelho, indica a ocorrência de uma anomalia na máquina ou no posto de trabalho indicado. No momento em que ocorre um desalinhamento da faixa de tecido, percecionado pelo sensor, a luz verde passa a vermelha, indicando que existe uma anomalia. Identificado o tear em que ocorre a anomalia, o tecelão deslocasse ao mesmo a fim de o parar o mais rapidamente possível, executando as ações necessárias para ajustar a máquina e assim é possível reduzir a produção de etiquetas não conformes.

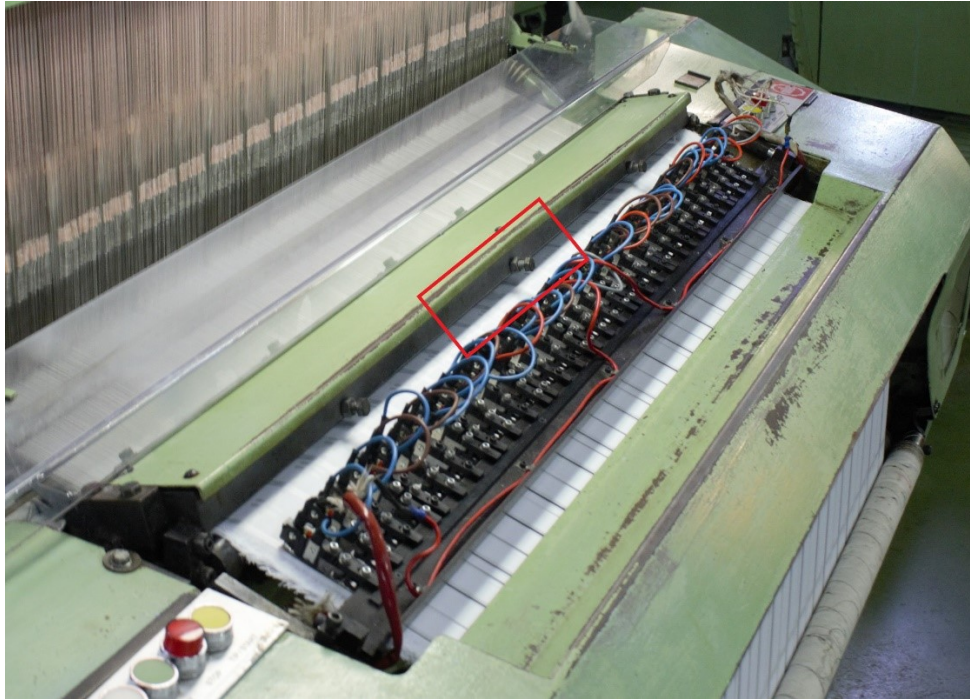


Figura 17 - Área de fixação do sensor



Figura 18 - Luzes Andon (Simas, 2016)

Em suma o sistema Andon adverte os operadores do início da ocorrência do problema e assim é possível reduzir a percentagem de etiquetas que são produzidas com este tipo de defeito.

As propostas de melhoria para a solução do problema identificado resumem-se à mudança de estratégia de manutenção e à implementação de um sistema Andon no departamento de tecelagem.

A próxima fase do ciclo DMAIC corresponde à fase de controle.

4.5 Fase de controle

A fase de controle corresponde à quinta e última fase deste ciclo DMAIC e depende da aplicação das ações de melhoria delineadas. Tendo em conta o contexto da aplicação dessas melhorias e uma vez que o controle das mesmas deverá ser efetuado a longo prazo, não foi possível efetuar uma aplicação desta última etapa do DMAIC. Contudo é pertinente efetuar uma reflexão acerca das ações que a organização poderá desenvolver com o intuito de controlar as melhorias efetuadas.

A uniformização de dados relativa a uma rigorosa categorização dos tipos de defeitos é essencial para o sucesso da organização no alcance dos seus objetivos. Como anteriormente explanado, a Haco Etiquetas S.A. apresenta diferentes categorias nos três anos que serviram de estudo a esta dissertação. Dos dados fornecidos é evidente que existe duplicação de defeitos, isto é, quando se juntam 2 tipos de defeitos que também aparecem categorizados por si só, torna-se difícil ou impossível perceber qual o peso de cada um naquele conjunto. Se esta mudança no tratamento de dados não se efetivar, a fase de controle fica condicionada a uma avaliação incorreta e imprecisa.

Por último, uma vez que a organização em estudo efetua uma contabilização mensal dos motivos dos defeitos e a problemática em estudo persiste na empresa ao longo dos anos, será necessário um período temporal superior ao mês para determinar se efetivamente as melhorias estão a surtir efeito.

Capítulo 5

Conclusões

Este é o quinto capítulo desta dissertação no qual se insere um exercício de reflexão sobre todo o trabalho desenvolvido, desde a revisão da bibliografia existente sobre o LSS até à aplicação e construção da ferramenta DMAIC ao caso em estudo.

Os objetivos desta dissertação foram alcançados. O principal objetivo é a melhoria do processo produtivo da Haco Etiquetas S.A. através da implementação do LSS. Esse objetivo foi alcançado pois conseguimos aplicar esta metodologia de melhoria continua através de uma análise rigorosa do problema que afeta a produção e a apresentação de propostas de melhoria.

Para além do objetivo principal, existem objetivos específicos. Um deles é aplicar o ciclo DMAIC ao caso de estudo. O capítulo quatro retrata a aplicação do LSS à organização, mais especificamente, através da caracterização e desenvolvimento de um ciclo DMAIC. Inicialmente, na fase de definição é apresentado o problema. A seguinte fase, de medição, é elaborada com o intuito de mensurar o desperdício associado à produção de etiquetas não conformes. Para tal, efetuou-se um análise ABC aos anos de 2018, 2019 e 2020. Mensurado o problema, concluímos que o motivo “queimadores” é o maior responsável, em termos monetários, no conjunto dos motivos estipulados pela organização. Posto isto, na fase de análise é apresentada uma análise causa-efeito a este motivo. Da mesma, concluímos que existem várias causas que em conjunto potenciam o fenómeno evidenciado. Em última análise, as condições de funcionamento dos queimadores e a tração do tecido proporcionada pelo tear são as causas principais que dão origem a este tipo de defeito. Assim sendo, na fase de melhoria urge desenvolver soluções para dar resposta à problemática levantada. Nesta fase é sugerido à organização uma mudança no paradigma da manutenção e uma possível implementação de um sistema Andon nos teares. A última fase do DMAIC é a de controlo. É, porventura, a fase que se encontra menos desenvolvida neste documento, fruto do contexto da aplicação desta ferramenta. Embora não haja lugar à implementação das melhorias e futura avaliação das mesmas, concluímos que este objetivo foi alcançado.

Esta dissertação contribui para o mundo académico e responde a uma lacuna encontrada na literatura. Uma limitação na construção desta dissertação resulta da escassez de casos de estudo sobre a implementação do LSS na indústria da transformação. Com a

implementação do LSS a este caso de estudo, damos resposta a essa lacuna e contribuímos para a limitação encontrada.

Para além do contributo académico, esta dissertação fornece à organização em estudo um guião que pode ser seguido na resolução de outros problemas. Antes da apresentação das propostas de melhoria à Haco Etiquetas S.A. existe um estudo prévio de medição e análise do problema. A análise ao motivo “queimadores” pode ser estendida a outros motivos e assim, gradualmente, a organização desenvolve ações para solucionar o problema da produção de etiquetas defeituosas no seu todo.

Em suma, o LSS é uma metodologia abrangente e poderosa, que através da aplicação do ciclo DMAIC, capacita uma organização a solucionar problemas identificados no seu processo produtivo e instaurar no seio da mesma uma cultura de melhoria continua. O LSS resulta da simbiose entre o pensamento Lean e a abordagem SS. Na prática, o guião para a resolução do problema é dado pelo DMAIC, uma ferramenta de cinco etapas que permite atribuir e alcançar objetivos em cada fase, cimentando as mesmas ao longo do processo. A implementação do LSS numa organização depende dos problemas existentes no processo produtivo, do conhecimento organizacional sobre o Lean, o SS e o LSS e do caminho efetuado ao longo do processo DMAIC, pois embora o sequenciamento de etapas seja igual em todos os casos, a caracterização e desenvolvimento das mesmas é fruto da interpretação do problema inicial por parte dos intervenientes, dos objetivos específicos de cada fase de acordo com o caso em estudo e do conhecimento dos intervenientes.

Propõe-se para trabalhos futuros que seja feita uma análise causa efeito a todos os motivos de desperdício que estão categorizados, com o intuito de compreender se existem causas comuns para assim delinear melhores e mais abrangentes propostas de melhoria que deem resposta à problemática em estudo. Uma outra proposta de trabalho futuro foca-se na tentativa de fornecer ferramentas e técnicas à organização, capacitando-a a efetuar um controlo estatístico do processo, com o objetivo de reduzir as variabilidades existentes no mesmo e sistematizar ações que capacitem a empresa a efetuar uma rigorosa e assertiva análise das causas que estão por detrás do desperdício associado à produção de etiquetas tecidas.

Referências bibliográficas

- Albliwi, S. A., Antony, J., & Lim, S. A. H. (2015). A systematic review of Lean Six Sigma for the manufacturing industry. *Business Process Management Journal*, 21(3), 665–691.
<https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2014-0019>
- Antony, J., Snee, R., & Hoerl, R. (2017). Lean Six Sigma: yesterday, today and tomorrow. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(7), 1073–1093.
<https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2016-0035>
- 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>
- Belhadi, A., Sha'ri, Y. B. M., Touriki, F. E., & El Fezazi, S. (2018). Lean production in SMEs: literature review and reflection on future challenges. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 35(6), 368–382.
<https://doi.org/10.1080/21681015.2018.1508081>
- Cardoso, A. J. M. (2019). *Apontamentos Unidade Curricular: Controlo da Qualidade e Manutenção Industrial do 2º ciclo de Engenharia e Gestão Industrial*. UBI.
- Covas, M. (2020). *Apontamentos Unidade Curricular: Metodologias de Investigação em Engenharia e Gestão Industrial do 2º ciclo de Engenharia e Gestão Industrial*. UBI.
- Drohomeretski, E., Gouvea Da Costa, S. E., Pinheiro De Lima, E., & Garbuio, P. A. D. R. (2014). Lean, six sigma and lean six sigma: An analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*, 52(3), 804–824.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2013.842015>
- Gibbons, P. M., & Burgess, S. C. (2010). Introducing OEE as a measure of lean six sigma capability. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(2), 134–156.
<https://doi.org/10.1108/20401461011049511>
- Haco-Etiquetas-S.A. (2020a). *Manual Gestão da Qualidade*.
- Haco-Etiquetas-S.A. (2020b). *Manual Técnico*.
- Instituto Nacional de Estatística. (2007). *Classificação Portuguesa das Actividades*

- Económicas. Rev.3.* [Online]. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
https://www.ine.pt/ine_novidades/semin/cae/CAE_REV_3.pdf
- Kamada, S. (2007). Como Operar um “ andon .” *Lean Institute Brasil, Figura 1*, 1–17.
https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_36.pdf
- Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation*, 26(5–6), 708–715.
<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.10.003>
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (2017). *Fundamentos de Metodologia Científica* (8ª Edição). Atlas.
- Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 27(2), 138–155.
<https://doi.org/10.1108/02656711011014276>
- Raisinghani, M. S., Ette, H., Pierce, R., Cannon, G., & Daripaly, P. (2005). Six Sigma: Concepts, tools, and applications. *Industrial Management and Data Systems*, 105(4), 491–505. <https://doi.org/10.1108/02635570510592389>
- Raja Sreedharan, V., & Raju, R. (2016). A systematic literature review of Lean Six Sigma in different industries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(4), 430–466.
<https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2015-0050>
- Salah, S., Rahim, A., & Carretero, J. A. (2010). The integration of Six Sigma and lean management. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(3), 249–274.
<https://doi.org/10.1108/20401461011075035>
- Simas, A. F. L. (2016). *Gestão Visual em Sistemas Lean: Metodologia de Uniformização* [Universidade Nova de Lisboa].
file:///C:/Users/Utilizador/Downloads/Simas_2016.pdf
- 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>
- Swarnakar, V., & Vinodh, S. (2016). Deploying Lean Six Sigma framework in an automotive component manufacturing organization. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(3), 267–293. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2015-0023>
- Thomas, A., Barton, R., & Chuke-Okafor, C. (2009). Applying lean six sigma in a small engineering company - A model for change. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(1), 113–129. <https://doi.org/10.1108/17410380910925433>
- Vinodh, S., Gautham, S. G., & Ramiya R., A. (2011). Implementing lean sigma framework in an Indian automotive valves manufacturing organisation: A case study. *Production Planning and Control*, 22(7), 708–722.
<https://doi.org/10.1080/09537287.2010.546980>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). *Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in*

your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148.
<https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>