



ISEL
INSTITUTO SUPERIOR DE
ENGENHARIA DE LISBOA

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE
LISBOA**

Área Departamental de Engenharia Mecânica



**Aplicação da Filosofia *Lean Six Sigma* na Redução de
Desperdícios em Processos de Litografia: Identificação
de Causas e Redução de Incidências – Caso de Estudo da
Empresa Croen Cork & Seal de Portugal – Embalagens,
S.A.**

MIGUEL DOMINGOS MASSALA
(Licenciado em Engenharia e Gestão Industrial)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia e Gestão Industrial

Orientadores:

Doutora Ana Sofia Martins da Eira Dias
Engenheiro Raul Gouveia (Crown-Cork)

Júri:

Presidente: Doutor António João Pina Da Costa Feliciano Abreu
Vogais: Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas
Doutora Ana Sofia Martins Da Eira Dias

Junho de 2021



**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE
LISBOA**

Área Departamental de Engenharia Mecânica

**Aplicação da Filosofia *Lean Six Sigma* na Redução de
Desperdícios em Processos de Litografia: Identificação
de Causas e Redução de Incidências – Caso de Estudo da
Empresa Croen Cork & Seal de Portugal – Embalagens,
S.A.**

MIGUEL DOMINGOS MASSALA

(Licenciado em Engenharia e Gestão Industrial)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia e Gestão Industrial

Orientadores:

Doutora Ana Sofia Martins da Eira Dias

Engenheiro Raul Gouveia (Crown-Cork)

Júri:

Presidente: Doutor António João Pina Da Costa Feliciano Abreu

Vogais: Doutora Helena Vectorovna Guitiss Navas

Doutora Ana Sofia Martinns Da Eira Dias

Junho de 2021

“Melhorando a qualidade, automaticamente se
estará a melhor a produtividade”

William Edwards Deming (1900-1993)

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus Pai pelo dom da vida e pela sua graça maravilhosa.

Aos meus Pais e meus irmãos, por todo o apoio que me têm dado ao longo do meu percurso académico disponibilizando sempre os recursos financeiros, materiais e morais e com toda a certeza continuarão a apoiar-me em tudo o que necessitar.

A minha incansável e paciente orientadora, o Professora Ana Sofia Dias, pela paciência, atenção e dedicação na transferência dos seus conhecimentos, as opiniões assertivas, pontos que foram determinantes para a elaboração desta dissertação.

A Crown-Cork, na pessoa do Engenheiro Raul Gouveia, pela orientação dentro da fábrica e na transmissão dos seus conhecimentos e experiências profissionais.

A todos os colaboradores da Litografia que muito me ajudaram durante os meses de estágio na Crown-Cork, particularmente, o Fernando Gregório, João Barreira, Luís Sinquenique, João Catita, Sebastião e o Miguel Rodrigues.

A todos os professores do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, que não pouparam esforços para transmitirem os conhecimentos.

Por último, mas não menos importante, agradeço a minha grande família de Portugal, a família Alegria, agradeço a todos os coristas deste grande coro, pelo companheirismo e acolhimento, tenho a certeza que a vossa presença na minha vida foi determinante para o cumprimento da minha nobre missão académica em Portugal.

A todos que citei e aos que não citei, o meu muito obrigado!

Dedicatória

Este trabalho de mestrado, dedico ao meu pai Almeida Pedro Massala (em memória), que muito fez para o meu desenvolvimento pessoal e académico, inculcando sempre o espírito de competitividade e superação diária, seria um momento de grande alegria para ele por essa meta que atingi na minha vida, mas infelizmente é um sonho que ele não viu realizado.

A ti papá dedico este trabalho com toda a honra.

Lista de Siglas e Acrónimos

5W2H - *what, why, when, where, who, how*

BOM - Bill Of Materials

CCQ - *Características Críticas para a Qualidade*

CDVOV - *(Concept, Design, Optimize, Verify)*

CEO - *Chief executive officer*

CEP - Controlo Estatístico do Processo

COPQ - *Cost Of Poor Quality*

CTQ - *Critical To Quality*

DC - Direção Comercial

DCCDI - *Define, Customer, Concept, Design, Implement*

DCOV - *Define, Characterize, Optimize, Verify*

DCP - *Data Collection Plan*

DDOV - *Define, Design, Optimize, Validate*

DFSS - *Design For Six Sigma*

DMADIC - *Define, Measure, Analyse, Design, Implement, Control*

DMADOV - *Define, Measure, Analyse, Design, Optimize, Verify*

DMADV - *Definir, Medir, Analisar, Desenhar e Verificar*

DMAIC - *Definir, Medir, Analisar, Implementar, Controlar*

DMED - *Define, Measure, Explore, Develop, Implement*

DNP - *Densevolvimento de Novos Produtos*

DOE - *Design Of Experiments*

EPC - *Eficiência do Ciclo do Processo*

FMEA - *Failure Mode and Effect Analysys*

GE - *General Electric*

ICOV - *Identify, Characterize, Optimize, Validate*

IDDOV - *Identify, Define, Develop, Optimize, Verify & Validate*

IDOV - *Identify, Design, Optimize, Validate*

IIDOV - *Invention and Innovation, Develop, Optimize, Verify*

KPI - *Key Performance Indicators*

LIC - *Limite Inferior de Controlo*

LSC - Limite Superior de Controlo

OEM - *Original Equipment Manufacturer*

PGP - Programação e Gestão da Produção

PIDOV - *Plan, Identify, Design, Optimize, Validate*

RACI - Responsible, Accountable, Consulted, Informed

SIPOC - *Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers.*

SS - *Six Sigma*

VOC - *Voice Of Customer*

Resumo

Em mercados cada vez mais competitivos, há uma necessidade constante de procurar alcançar a eficácia e a eficiência dos processos de gestão e também de produção.

A filosofia “*Lean Six Sigma*” afirma-se no mundo da indústria como uma poderosa via de obtenção de melhoria de processos, com uso de indicadores quantitativos inseridos numa estratégia disciplinada. Como principal objectivo, em comum com outras formas de gestão, tem a redução de custos com forte impacte na diminuição de desperdícios, aumento da qualidade dos produtos ou serviços, melhorando a eficiência da organização, por meio da optimização de processos e, consequentemente, o aumento da satisfação dos colaboradores e clientes.

O presente trabalho resultou da realização de um estágio profissional, na Crown Cork & Seal de Portugal, (CC & Seal de Portugal).

A CC & Seal Portugal tem vindo a desenvolver vários programas neste âmbito da melhoria continua dos processos. Foi neste contexto, e atendendo às prioridades da CC & Seal Portugal, que surgiu um projeto com vista à redução do desperdício, desenvolvido entre Outubro de 2018 e Outubro de 2019, no Departamento de Litografia da CC & Seal Portugal.

A utilização do ciclo DMAIC, em conjunto com a metodologia *Lean Six Sigma* permitiu analisar os fatores que influenciam o aumento do desperdício em processos de Litografia, e identificar as ferramentas mais adequadas para usar em cada fase. Com a utilização de algumas ferramentas integrantes do ciclo DMAIC: diagrama SIPOC; diagrama de Pareto; digrama de Causa-Efeito e outros, obtiveram-se algumas melhorias, tais como: instrução de trabalho visual colocada no descarregador; substituição dos ajustes manuais, pelos servomotores automáticos – o que permitiu aos operadores passarem a fazer os ajustes, sempre que houvesse mudança de formato e de forma padronizada; introdução de sistema automático de centragem de folha a entrada dos fornos.

Palavras-chave: *Lean Six Sigma*, desperdícios, ciclo *DMAIC*, melhoria contínua.

Abstract

In increasingly competitive markets, there is a constant need to seek effectiveness and efficiency in management and production processes.

The "Lean Six Sigma" philosophy has established itself in the industrial world as a powerful way of achieving process improvement, using quantitative indicators as part of a balanced strategy. Its main objective, in common with other forms of management, is to reduce costs with a strong impact on waste reduction, increase the quality of products or services, improving the efficiency of the organisation by optimising processes and, consequently, increasing employee and customer satisfaction.

This work is the result of a professional internship carried out at Crown Cork & Seal de Portugal, (CC & Seal de Portugal).

CC & Seal Portugal has been developing several programmes in the field of continuous process improvement. It was in this context, and given the priorities of CC & Seal Portugal, that this project aimed at reducing waste arose, developed between October 2018 and October 2019, in the Lithography Department of CC & Seal Portugal.

The use of the DMAIC cycle, together with the Lean Six Sigma methodology made it possible to analyse the factors that influence the increase of waste in Lithography processes and to identify the most appropriate tools to use in each phase. With the use of some integral tools of the DMAIC cycle, such as the SIPOC diagram, the Pareto diagram, the Cause and Effect diagram and others, some improvements were obtained, such as: visual work instructions placed on the unloader; replacement of the manual adjustments by the automatic servomotors – which allowed the operators to do the adjustments whenever there was a change of format, and done in a standardised manner; introduction of an automatic sheet centring system at the entrance to the ovens.

Keywords: Lean Six Sigma, waste, DMAIC cycle, continuous improvement.

Índice

Índice	xiii
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Metodologia de Investigação.....	1
1.3 Enquadramento.....	2
Capítulo 2- Revisão da Literatura.....	4
2.1 <i>Lean Six Sigma</i>	4
2.2- Desafios na implementação do <i>lean Six-Sigma</i>	8
2.3-Design for Six Sigma.....	8
2.4-Definir Medir Analisar Implementar Controlar	18
2.4.1- Definir	19
2.4.2- Medir.....	19
2.4.3- Analisar	19
2.4.4- Melhorar.....	20
2.4.5- Controlar	20
2.6- Diagrama <i>Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Costumers</i>	27
2.7- Diagrama de Pareto	29
2.8- Diagrama de causa-efeito	30
a) Definir claramente o problema	30
b) Identificar as causas do problema.....	31
2.9- Cartas de controlo.....	32
Capítulo 3: A Crown Cork- Alcochete	34
3.1- Sobre a Organização.....	34
3.1.1- Descrição da Empresa.....	34
3.2- Objetivos do Estudo de Caso.....	37
3.3- Processo de Litografia	37
3.3.1- DESCRIÇÃO E RESPONSABILIDADES	38
Capítulo 4: Estudo de Caso	40
4.1- Explicação do Estudo de Caso.....	40
4.2- FASE DE DEFINIÇÃO	40
4.2.1- Descrição do problema	40

4.2.2- Objetivos do projeto.....	42
4.2.3- Equipa do Projeto.....	42
4.2.4- Análise dos <i>Stakeholders</i>	43
4.2.5- Análise <i>Critical To Quality</i>	45
4.2.6- Mapa de Processo	46
4.2.7- Diagrama <i>Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Costumers</i>	47
4.3- Fase da Medição	48
4.4- Fase de Análise.....	49
4.5-Fase da Melhoria	55
4.6- Fase do Controlo.....	58
4.6.1- Gestão Visual	58
4.6.2- Cartas de controlo	59
4.7- Discussão dos Resultados.....	60
Capítulo 5: Conclusões e Trabalhos Futuros.....	64
Reflexões sobre o estágio realizado	64
Conclusões.....	65
Trabalhos Futuros	65
Bibliografia.....	67
Anexos	71
Anexo 1 - Layout Crown Alcochete	72
Anexo 2 - <i>Organograma</i>	74
Anexo 3 - Folha de apontamento do desperdício.....	76
Anexo 4 - Folha de apontamento da produção	78
Anexo 5 - Matriz RACI	80
.....	81

Índice de Figuras

Figura 1: Evolução dos custos com o nível da qualidade.....	10
Figura 2: Ciclo DMADV.....	11
Figura 3: Ferramentas instrumentais ou ciclos utilizados em projetos de DNP.....	12
Figura 4: Enfoque do DFSS e do Six Sigma no ciclo de vida do produto.	14
Figura 5: Exemplo de diagrama SIPOC	27
Figura 6: Diagrama de Pareto	30
Figura 7: Diagrama de causa-efeito.....	32
Figura 8: Cartas de Controlo	33
Figura 9: Instalações de Alcochete (vista panorâmica).....	36
Figura 10: Instalações de Alcochete (entrada principal)	36
Figura 11: Desperdício vs Orçamento	41
Figura 12: Distribuição do Desperdício.....	41
Figura 13: Análise de Stakeholder	45
Figura 14: Mapa de processo da litografia	47
Figura 15: Diagrama de SIPOC.....	48
Figura 16: Esquema da linha de produção.....	49
Figura 17: Diagrama de Pareto da envernizadora nº 02	50
Figura 18: Diagrama de Pareto da envernizadora nº 06	50
Figura 19: diagrama Causa-efeito da envernizadora	52
Figura 20: diagrama Causa-efeito do forno.....	53
Figura 21: Diagrama Causa-efeito do descarregador	54
Figura 22: Instrução de trabalho visual do descarregador.....	56
Figura 23: Curso final da plataforma.....	56
Figura 24: Ajustes automáticos para mudança de formato.....	57
Figura 25: Conjunto de réguas	57
Figura 26: Gestão Visual Litografia	59
Figura 27: Carta de controlo da mesa envernizadora nº2	59
Figura 28: Carta de controlo da mesa envernizadora nº2	60
Figura 29: Evolução do Desperdício das Linhas de produção.	61
Figura 30: Evolução da Eficiência das Linhas de produção.....	62

Figura 31: Evolução do Consumo de Gás nas Estufas 63

Índice de Tabelas

Tabela 1: Principais diferenças entre as abordagens DFSS e Six Sigma	13
Tabela 2: As etapas dos ciclos mais utilizados em DFSS e seu significado.	15
Tabela 3: As 5 fases e os 12 passos da Metodologia Six Sigma	21
Tabela 4: Resumo das Ferramentas usadas na fase do ciclo DMAIC	21
Tabela 5: Casos de sucesso com a implementação da filosofia Lean Six-Sigma.....	25
Tabela 6: Informações da empresa	34
Tabela 7: Licença de Exploração Industrial	34
Tabela 8: Descrição e responsabilidades	38
Tabela 9: Membros da equipa e as suas funções dentro da fábrica.....	43
Tabela 10: Análise de stakeholders	44
Tabela 11: Análise CTQ	46
Tabela 12: Causas dos desperdícios na mesa Envernizadora	51
Tabela 13: Causas dos desperdícios no forno.....	52
Tabela 14: Causas dos desperdícios no Descarregador	53
Tabela 15: Indicadores de Desperdícios	61
Tabela 16: Indicadores das eficiências das linhas de produção.....	62
Tabela 17: Indicadores de consumo de gás nas estufas.....	63

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Contextualização

O contexto económico atual é marcado por inúmeras dificuldades, em paralelo com o crescente desenvolvimento das organizações. Com o objetivo de reduzir custos, é necessário tomar medidas para manter a competitividade que o mercado exige, para que uma organização possa ser bem-sucedida. Cada vez mais as organizações se focam na qualidade dos seus bens/serviços, ao mesmo tempo que diminuem o orçamento necessário para a atingir. Já não chega fazer bem, é necessário fazer bem da forma mais rápida possível, ou até mesmo à primeira tentativa. Ou seja, já não chega ser eficaz, é necessário ser eficiente. Os erros frequentes associados aos processos dentro de uma fábrica, não surgem apenas no processo produtivo em si, mas também de erros, redundâncias ou inconsistências ao longo de toda a cadeia de processos, afetos ao produto durante a sua conceção. A variabilidade existente num processo leva à incerteza dos resultados, que se podem esperar do mesmo, sendo um dos fatores que leva à inflação dos custos a si associados.

O projeto em estudo, surgiu da iniciativa da empresa Crown Cork, em aplicar ferramentas de melhoria contínua nos seus processos de produção. Dessa forma, este projeto tem como principal objetivo a redução do desperdício de material em processos de litografia, através da aplicação ciclo DMAIC da abordagem *Lean Six-Sigma*.

Este trabalho apresenta-se estruturado em três principais partes. Na primeira parte, designada por Revisão da Literatura, fundamenta-se teoricamente as informações fundamentais sobre o tema e alguns casos de sucesso; seguidamente apresenta-se o estudo de caso que começa com a apresentação da empresa e encontra-se dividido pela sequência aplicada na mesma do ciclo DMAIC: 1) Fase Definir; 2) Fase Medir; 3) Fase Analisar; 4) Fase Melhorar; 5) Fase Controlar. Por fim, expõe-se os resultados obtidos e são discutidas as principais conclusões retiradas do projeto.

1.2 Metodologia de Investigação

A metodologia de investigação cumpriu-se com as seguintes etapas:

- ✓ Elaboração do plano de trabalho do projecto da dissertação;
- ✓ Revisão e pesquisa bibliográfica;

- ✓ Seleção, dentro da metodologia *Lean* das ferramentas adequadas e mais eficazes, para mostrar melhorias a curto prazo;
- ✓ Aplicação das ferramentas e recolha dos dados;
- ✓ Propostas de melhoria na implementação da metodologia;
- ✓ Propostas de melhoria no processo de produção;
- ✓ Elaboração do relatório da dissertação.

1.3 Enquadramento

A Motorola desenvolveu o programa *Lean Six Sigma* no fim dos anos 80, como uma resposta à demanda de qualidade em seus produtos (Montgomery, 2010). O *Lean Six Sigma* é abordado na literatura como um programa, um *benchmark*, uma meta, uma medida, uma filosofia, uma estatística, uma estratégia, uma visão, uma abordagem, uma cultura, entre outros títulos que foram atribuídos ao longo do tempo.

Implantar o *Lean Six Sigma* é um processo dispendioso, que exige um alto grau de comprometimento e envolvimento de toda a organização. Por esse motivo, as razões para fazê-lo poderiam ser questionadas. No entanto, segundo Pande *et al.* (2000), a quantidade de empresas que aderiam ao *Lean Six Sigma*, desde o início, era tão significativa que seria possível considerar um modismo, não fosse a relevância dos resultados. Baseado nas publicações em jornais e conferências, e na quantidade de ações de formações que aconteceram no início dos anos 2000, Hoerl (2004) observou que o *Lean Six Sigma* não dava qualquer sinal de declínio.

Breyfogle III *et al.* (2001) afirmaram ainda que, uma série de empresas embarcaram silenciosamente nos esforços *Six Sigma* (SS), motivadas por uma mentalidade anti-modismo. Por outro lado, outras empresas passaram a mostrar abertamente os resultados expressivos alcançados com a aplicação do *Lean Six Sigma* como uma forma de ratificar a qualidade de seus produtos e processos, dentre elas: Motorola, General Electric (GE), Black & Decker, Dupont, Johnson & Johnson, Kodak, Polaroid, Sony, Samsung, Toshiba, etc.

A filosofia *Lean Six Sigma*, promove nas organizações o pensamento de melhoria contínua de produtos (e ou serviços) e processos, visando o alinhamento das estratégias de negócios e a necessidade de maximizar o valor de seus produtos (George, 2002). O *Lean Six Sigma* pode ser definido como uma filosofia de trabalho adotada por empresas, que utilizam métodos e ferramentas para reduzir a variabilidade de processos, para eliminar

desperdícios e melhorar a qualidade percebida pelo cliente. Esta filosofia, se estiver alinhada com o planejamento estratégico da empresa, propicia maiores oportunidades de sucesso e destaque no mercado. Apresenta características únicas ao combinar várias ferramentas, servindo de apoio ao desenvolvimento das estratégias empresariais. Também auxilia no detalhamento das fases nos projetos de melhoria, e quanto ao objetivo do projeto e alcance dos resultados (George, 2005).

Capítulo 2- Revisão da Literatura

2.1 *Lean Six Sigma*

As organizações procuram abordagens à sua gestão, que lhes permitam manter ou desenvolver vantagens competitivas em mercados cada vez mais complexos.

O desafio de buscar níveis crescentes de produtividade e qualidade, não implica apenas a modernização das tecnologias de processo: a forma de inserção das pessoas no sistema produtivo, também precisa ser compatível com essas novas procuras.

O advento de novas filosofias e metodologias direcionadas para a melhoria de processos, tal como *Lean* e *Six Sigma*, têm motivado mudanças essenciais no sistema físico de produção, mas para se alcançarem os resultados superiores vislumbrados, é imperativo que as pessoas desenvolvam novas competências para trazer novos conhecimentos, habilidades e atitudes. E tal requer o desenvolvimento das capacidades pessoais de trabalho em grupo, criatividade, inovação e iniciativa, para que a organização se possa adaptar às constantes mudanças no mercado de negócios, absorver novas tecnologias e sustentar o processo de melhoria contínua dos processos de negócio (Fleury, 2003 e Santos, 2008).

Pressionadas pela forte ação dos seus concorrentes, as empresas industriais conquistaram notáveis ganhos em produtividade e qualidade, mas sabem que não podem arrefecer os seus esforços de melhoria contínua e que é preciso incentivar tais ações. Neste esforço de aumento da competitividade em empresas líderes, a função produção tem sobressaído das demais áreas da organização pela expressiva melhoria de seu desempenho operacional, e pelo seu pioneirismo na introdução de novas abordagens de gestão. Num passado recente, algumas empresas que haviam adotado a filosofia *Lean* combinada com a metodologia *Six Sigma*, impulsionadas por motivações distintas e por meio de programas independentes, embarcaram num esforço de disseminação seguindo uma abordagem mais integrativa, voltada à busca da excelência operacional (Shan *et al.*, 2008; Aboelimged, 2010).

O pensamento *Lean* surgiu inicialmente junto com o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção, estruturado por Taiichi Ohno e sua equipa, para auxiliar esta empresa a sobreviver a um cenário de restrições de capital e recursos, depois do período da segunda guerra mundial. A metodologia *Six Sigma* foi desenvolvida por uma equipe de engenheiros da Motorola, liderada por Bill Smith, em meados dos anos 80 do século XX, com o intuito de melhorar o desempenho dos processos produtivos. Esta metodologia foi amplamente

disseminada, pelo *Chief Executive Officer (CEO)* da GE Jack Welch (Shah *et al.*, 2008). O uso integrado da filosofia *Lean* com a metodologia *Six Sigma* teve o seu início em 1986, porém o termo *Lean Six Sigma* foi introduzido na literatura, a partir do ano 2000 (Sheridan, 2000).

Pepper e Spedding (2010), definem o *Lean Six Sigma* como uma metodologia estruturada e sistemática para melhoria de processos, através da realização de análises estatísticas, com o intuito de reduzir a incidência de defeitos nos produtos finais ao nível de 3,4 defeitos por milhão de itens, e eliminar desperdícios no processo produtivo.

O *Lean* é uma filosofia muito comum atualmente, tanto na generalidade das grandes empresas como em grande parte das pequenas empresas, sendo aplicado em ambientes tanto de produção, como de logística ou até mesmo da saúde (Krijnen, 2007), é a filosofia desenvolvida pela Toyota, o Toyota Production System, também conhecido por Produção *Lean*, este sistema foi concebido por Taiichi Ohno, Shingeo Shing e Eiji Toyoda, e permite diminuir o tempo de percurso, aumentar a qualidade dos produtos, ao mesmo tempo que reduz custos de produção (Taylor *et al.*, 2015).

O *Lean* promove o pensamento dos colaboradores de uma organização, em vez destes fazerem apenas as tarefas que lhes são atribuídas. Esta atitude das organizações, permite-lhes melhorar continuamente e dar autonomia aos colaboradores, para resolver os problemas que vão aparecendo, mas cultura só resulta dentro da organização quando existe algum método permanente que a fomenta (Alves *et al.*, 2012).

O *Lean* aborda um domínio ou princípio interno à organização, que traduz a sua entrega plena a redução de desperdícios; produção eficiente com um mínimo de recursos; redução e compressão de tempo, espaço e custo; preocupação integrável no que atualmente se designa por pensamento *Lean* ou *Lean thinking*, conforme tratam Chen *et al.* (2010), Letens *et al.* (2011) e Schulze e Stormer (2012).

Os princípios do *Lean* são bastamente conhecidos no ambiente dos processos produtivos, logísticos e outros no meio empresarial: E sobre o termo *Lean* deve referir-se que ele aparece com termos em língua portuguesa. Para Dias (2013), estas terminologias danificam o conceito subjacente. Vejam-se os argumentos deste autor: “magro”, habitual sucedâneo no léxico português, tanto se pode atribuir conceptualmente a entidades com saúde (sem excessos de gordura) como, também a outras que podem indiciar doença (falta de músculo). Estar magro ou mesmo muito magro, pode muito bem corresponder a fraqueza ou doença, quando não a própria anorexia.

De acordo ao mesmo autor, o conceito *Lean* (“estar na linha”) pretende significar uma saúde organizacional e sistêmica robusta tão *Lean* quanto possível onde deve, e tão ágil quanto possível onde pode, comportando-se de uma forma resiliente. Ou seja, capaz de suportar inesperadas e fortes rupturas e retomar, tão rápido quanto possível (senão mesmo com melhorias), as condições anteriores a essa ruptura.

O *Six Sigma* é uma metodologia que tem como objetivo aumentar a qualidade de produtos e processos, através de uma análise estatística dos dados que ajuda a encontrar a raiz dos problemas e implementar ações de controle para as mesmas. Estatisticamente falando, o *Six Sigma* define-se como uma metodologia de gestão que, quando aplicada a um processo, a distância entre a média deste e o limite de especificação mais próximo corresponde a pelo menos seis vezes o desvio padrão do processo: é, portanto, o objetivo desta ferramenta, reduzir as possibilidades de existirem variações nos processos, com o intuito de se aproximar de um objetivo de zero defeitos (Markarian, 2004). Para tal, esta metodologia recorre a especialistas em melhoria contínua e segue um método estruturado, na forma do ciclo *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) e indicadores de desempenho com objetivos estrategicamente definidos, resultado da importância dada ao controle e estabilidade, que permitem um plano de produção eficiente para atingir vantagens competitivas e alta produtividade (Zu *et al.*, 2004).

Para George (2002), a união destes dois conceitos é benéfica, pois deste modo, as virtudes de uma metodologia ou filosofia podem compensar certas lacunas da outra. Essa visão é corroborada por Anderson *et al.* (2006), que, tendo comparado as formas de intervenção da *Lean e Six Sigma*, constataram que ambas têm em comum propostas objetivas para a busca da excelência operacional, que embora sejam distintas, são complementares e compatíveis entre si. Estes conceitos complementam, pois a *Lean* busca melhorar processos racionalizando o seu fluxo removendo desperdícios e enfatiza ganhos em rapidez e eficiência, enquanto que a *Six Sigma* promove a redução da variação em processos para tem menos defeitos e, assim, focaliza ganhos em qualidade, embora proponham abordagens distintas para buscar melhorias, elas são compatíveis por ambas estarem orientadas para a satisfação dos clientes, promoverem a visão por processos (não se limitando à visão funcional), conduzirem melhorias por projetos e, contribuir para reduzir custos.

Segundo Ha (2007), os dois programas mais populares de processo de melhoria usados atualmente são *Lean* e o *Six Sigma*, originados na Toyota e Motorola,

respetivamente. O *Lean* foca na eliminação de desperdício, definido como algo desnecessário para a produção de um produto ou serviço; e seus objetivos são eliminar desperdícios em cada área do negócio, incluindo as relações com clientes, desenvolvimento de produtos, rede de fornecedores e gestão da fábrica (Montgomery, 2010; Pepper, 2010; Spedding, 2010). O *Six Sigma*, por outro lado, é uma poderosa metodologia estratégica de negócio usada para reduzir a variabilidade do processo, através da efetiva utilização de ferramentas e técnicas estatísticas. É um rigoroso e disciplinado programa que usa dados e análises estatísticas para medir e melhorar o desempenho operacional da companhia através da eliminação de defeitos, erros ou falhas na produção, serviços ou processos transacionais (Montgomery, 2010; Pepper, 2010; Spedding, 2010). Segundo Montgomery (2010) e Pannel (2006), os dois programas de melhoria juntos, compondo o *Lean Six Sigma*, são uma formas de alavancar os resultados na empresa, isto porque, ambos têm foco em processos, o *Lean* busca reduzir desperdícios no processo; e o *Six Sigma* busca reduzir variação dos parâmetros do processo, que afetam as características de qualidade do produto.

Na opinião de Werkema (2006), o *Lean* não conta com um programa de melhoria estruturado e profundo de solução de problemas, nem com ferramentas estatísticas para lidar com a variabilidade, aspecto que pode ser complementado pelo *Six Sigma* que, por sua vez, não enfatiza a melhoria da velocidade dos processos e a redução do *lead time* (tempo de espera computado entre o início da primeira atividade até conclusão da última entrega), aspectos de destaque do *Lean*. O melhor caminho para aproveitar uma oportunidade, é, quase sempre, seguir uma sequência estruturada de etapas que gerem as oportunidades desde a definição do problema, até a implementação da solução. E um dos modelos mais amplamente usado para a implementação de melhorias é o ciclo DMAIC (Montgomery, 2010).

Desenvolvido inicialmente com foco no aumento da produtividade fabril a filosofia *Lean Six Sigma* destaca-se como uma via eficiente para o aperfeiçoamento do desempenho organizacional, devido à sua característica de aprimoramento de processos com alcance de resultados superiores nas dimensões de custo, produtividade e qualidade (Salah *et al.*, 2010).

2.2- Desafios na implementação do *Lean Six-Sigma*

Apesar de todas as vantagens inerentes à incorporação da filosofia *Lean Six Sigma*, existe ainda alguma resistência por parte das empresas na sua aplicação, devido a variados fatores. Raghunath e Jayathirtha (2014) realizaram um estudo, para tentarem perceber as razões por detrás da implementação (ou não) deste tipo de abordagem, no seio organizacional. Primeiramente, detetaram que uma das principais razões para as empresas de pequena dimensão não optarem por esta linha de pensamento, deve-se ao facto de não a acharem praticável, numa dimensão organizacional mais reduzida, isto é, associam esta filosofia a grandes investimentos financeiros e humanos que são paradigmaticamente apenas aliados a grandes empresas (em especial OEM - *Original Equipment Manufacturer*).

Por outro lado, são cinco as principais razões que levam as organizações a adotarem as metodologias Seis-Sigma, nomeadamente para:

- Criar uma melhor imagem do seu produto/serviço;
- Resolver problemas crónicos;
- Melhorar a *bottom-line* da empresa;
- Se tornar numa organização de classe mundial;
- Atingir a excelência operacional.

Além das vantagens anteriormente referidas, também o retorno financeiro (*payback*) atrai muitas empresas a entrarem nesta jornada. Devem, no entanto, ter especial atenção a todas as etapas, desde a implementação até à manutenção, de acordo com Raghunath e Jayathirtha (2014).

2.3-Design For Six Sigma

O *Design for Six Sigma* (DFSS) é uma abordagem de qualidade direcionada para projetar produtos e serviços. O objetivo do DFSS é evitar problemas durante o processo de produção, numa tentativa de obtenção de 3,4 defeitos por milhão (Cudney e Furterer, 2012), por meio da utilização de técnicas de engenharia de sistemas e ferramentas sofisticadas de estatística, em especial *Design Of Experiments* (DOE) (Rotondaro, 2012; Margagão; Carvalho, 2013) e mapeamento de fluxo de valor (Koziolek; Derlukiewicz, 2012). O DFSS lida com a qualidade no projeto de novos produtos, e pode ser aplicado tanto no ambiente de produção, como de serviços, com vista a otimizar as procuras do utilizador, com parâmetros projetados para desempenho em nível de capacidade *Six Sigma*

(Carvalho e Rotondaro, 2012). Empresas que utilizam o *Six Sigma*, possuem as suas próprias visões do DFSS (Stauffer e Pawae, 2007).

Qureshi e Ashraf (2011) descrevem que o DFSS se foca na maximização do lucro através da tradução efetiva da voz do cliente (do inglês, *Voice of Customer – VOC*), num *design* de qualidade desde o início, ao invés de melhorias propostas em fases processuais posteriores. É bem disseminado na literatura que, enquanto os esforços do *Six Sigma* são focados na melhoria de processos existentes, dos esforços DFSS (uma evolução do *Six Sigma*), focam-se no desenvolvimento de novos produtos e serviços ou no *re-design* daqueles que já existem (Hassan *et al.*, 2016; Goh, 2011; Montgomery, 2010; Kovach *et al.*, 2005; Treichler *et al.*, 2002).

A (GE), afirma ter sido a primeira empresa a desenvolver e a aplicar os conceitos de DFSS no fim dos anos 90 do século XX e, que em seguida, disseminou em todas as suas unidades de negócio, mas ainda atualmente, o DFSS é definido como sendo uma abordagem nova para o desenvolvimento de novos produtos, e uma tendência que segue a implementação de modelos como referenciam (Echeveste *et al.*, 2016).

A razão pela qual as empresas começaram a usar DFSS, de acordo com Gremyr e Fouquet (2012), incluem a redução dos custos de desenvolvimento, o ênfase na voz do cliente e o aumento da fiabilidade do produto, focando-se na robustez do desenvolvimento e da engenharia, praticamente sem espaço para variabilidade.

Mitchell e Kovach (2016) enfatizam que ainda é preciso mais trabalho de I&D para expandir o uso de métodos durante o desenvolvimento de novos produtos, processos ou serviços, além disso, trabalhos futuros neste tema podem ampliar a compreensão dos fatores que têm impacto significativo no sucesso dos esforços voltados para o *design*.

Enquanto *Six Sigma* é amplamente conhecido pelo acrónimo DMAIC, por exemplo, o DFSS não tem um ciclo padrão estabelecido (Shahin, 2008). Watson e DeYong (2010) discutiram no seu trabalho, a variedade de ciclos DFSS implementados nos últimos 10 anos, e concluíram que não havia consenso sobre um padrão a ser adotado, mesmo quando as aplicações eram focadas em áreas similares.

Em várias áreas de negócio, estima-se que entre 80% e 90% do custo para a produção, é determinado no início do ciclo de desenvolvimento de um produto (Rosenfeld *et al.*, 2006). Diversos estudos apontam ainda que a etapa de planeamento ocupa um período curto no ciclo de vida de um produto, mas dita cerca de 70% a 80% do custo

durante todo o ciclo (Kremer, 2011). Assim, a produção fica com poucas margens de possibilidades para melhorias.

A literatura indica diversos ciclos das fases do DFSS, mas o conjunto de fases DFSS mais conhecido é o DMADV (Carvalho e Rotondaro, 2012), conforme segue: Definição (*Define*), Medição (*Measure*), Análise (*Analyze*), Projeto (*Design*) e Verificação (*Verify*). Na fase “D” (*Define*) identifica-se o que será projetado e os objetivos a serem alcançados. Na fase “M” (*Measure*) busca-se o entendimento das necessidades e expectativas dos clientes relativas ao produto ou serviço, criando a proposta de valor e definindo as características críticas para a qualidade do projeto. Na fase “A” (*Analyze*), por meio de técnicas de experimentação e *benchmarking*, busca-se a melhor solução entre as possíveis alternativas de projeto, cujo desempenho atinja parâmetros *Six Sigma*. Na fase “D” (*Design*) é desenvolvido o projeto de alto nível (descrição do conceito de produto/serviço escolhido, mapas do processo e arranjo das instalações) para todos os elementos apropriados, como: produto/serviço, processo, informação, instalações, equipamentos e materiais/suprimentos. Na fase “V” (*Verify*) valida-se o projeto e monitora-se o desempenho das características críticas para a qualidade do produto ou serviço, por meio de cartas de controlo (Carvalho e Rotondaro, 2012).

Ao incorporar a abordagem DFSS no desenvolvimento de produtos, as empresas podem inventar desenvolver e lançar novos produtos que excedem os requisitos do cliente para performance, qualidade e custo (Jahanzaib *et al.*, 2013). O DFSS é apontado como forma de atingir o nível *Six Sigma* na qualidade, pois a qualidade do produto/processo é projetada, e não melhorada (Carvalho e Rotondaro, 2012).

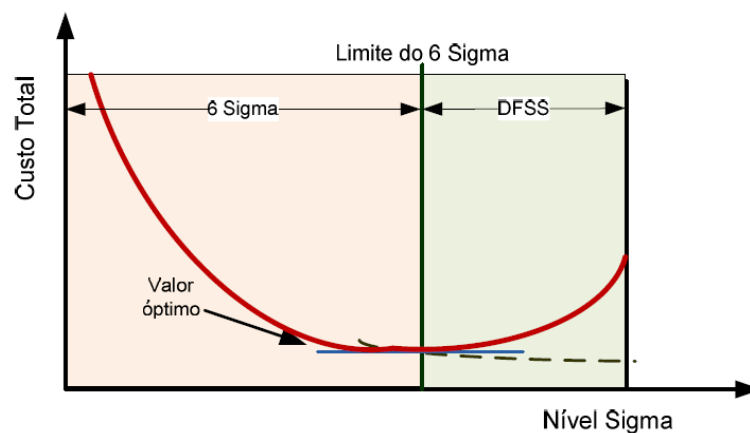


Figura 1: Evolução dos custos com o nível da qualidade. Fonte: Dias (2019).

De acordo com a figura 1, a implementação de um programa *Six Sigma* vai produzir uma redução dos custos à medida que o nível *sigma* aumenta até se atingir um determinado valor *sigma*, a partir do qual deixa de ser economicamente atrativo para as empresas fazerem um esforço, no sentido do aumento do seu nível de qualidade. Quando o esforço financeiro na melhoria contínua não é compensado pela redução dos custos da não conformidade, atinge-se a zona limite de 6σ . A partir dessa zona limite, a prossecução do aumento do nível de qualidade só se torna rentável se houver uma reconfiguração dos processos ou uma alteração do produto, recorrendo à filosofia (teoria, de acordo com Yang e El-Haik, 2009) designada por DFSS, conforme, Shahin (2008) e Jou *et al.* (2010), sendo que este último aborda o tema específico do Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP), cuja metodologia base (a primeira que surgiu e que posteriormente, originou variantes, como se verá adiante) é o ciclo DMADV, já anteriormente referido. Os fundamentos do ciclo DMADV podem ser visualizados de forma esquemática na figura 3.

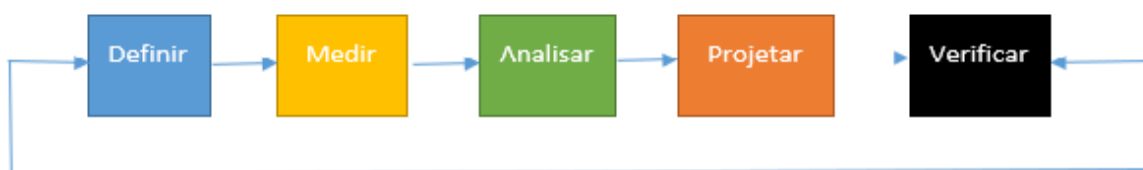


Figura 2: Ciclo DMADV. Fonte: adaptado de Jou *et al.* (2010).

O DFSS é, pois, uma metodologia de projeto desenvolvida no âmbito do *Six Sigma*, com o objetivo de suportar a melhoria contínua na fase da produção em massa, e cujo foco é a conceção e desenvolvimento rentável de produtos, processos e serviços, satisfazendo as necessidades e expectativas dos clientes (voz do cliente) e das restantes partes interessadas (*stakeholders*) (Jou *et al.*, 2010), nomeadamente fornecedores, como já se constatou. Tal objetivo envolve a utilização integrada de um conjunto de ferramentas, qualitativas e quantitativas, com o propósito de prever e melhorar o nível de qualidade a obter, antes do início da fase de produção ou exploração. Insiste-se na colocação da questão: quais as diferenças essenciais entre o *Six Sigma* e o DFSS, embora já se tendo consolidado que o primeiro se aplica na fase de produção em curso e o segundo se aplica a montante, ou seja, ainda na fase de desenvolvimento do produto.

Assim, tomando como referencial o ciclo de vida do produto, serviço ou processo, percebe-se que a abordagem *Six Sigma* se centra na fase de produção e/ou operação, e que o DFSS tem o seu enfoque na fase de conceção e desenvolvimento. Deste modo, é possível

diminuir substancialmente os custos associados ao ciclo de vida do produto, serviço ou processo, uma vez que o DFSS representa uma abordagem preventiva (Yang e El-Haik, 2009), a qual visa prever a ocorrência de falhas e impedir que se manifestem em fases seguintes, e por este motivo e pela complexidade de algumas das ferramentas instrumentais utilizadas e da sua interligação, que os projetos de DFSS se podem tornar morosos e de maior risco comparativamente aos projetos *Six Sigma*, que são tidos em conta já com a produção em curso (Creveling *et al.*, 2003; e Yang *et al.*, 2007). A figura 3 apresenta as ferramentas instrumentais ou ciclos utilizados em projetos de desenvolvimento de novos produtos.

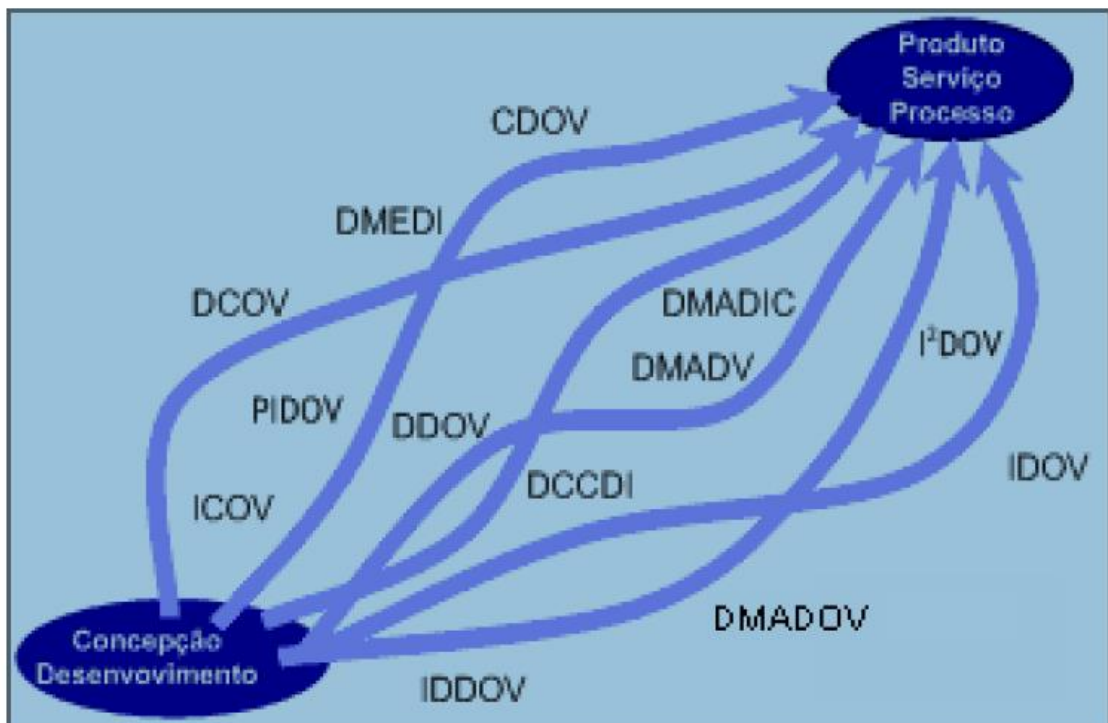


Figura 3: Ferramentas instrumentais ou ciclos utilizados em projetos de DNP. Fonte: *Dias (2019)*.

A tabela 1 apresenta de forma concisa as principais diferenças entre as abordagens DFSS e *Six Sigma*. Conclui-se, portanto, que o tipo de abordagem baseado no DFSS torna-se mais adequado à criação e ao desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos e não tanto na melhoria dos já existentes, ficando este aspecto e o das intervenções de carácter curativo (de correção de erros na fase de produção), direcionados para o *Six Sigma* (Treichler, *et al.*, 2002).

Tabela 1: Principais diferenças entre as abordagens DFSS e Six Sigma. *Fonte: Dias (2019).*

	Projeto para Six Sigma (DFSS)	Six Sigma (SS)
Ciclo base	DMADV - Define, Measure, Analyse, Design, Verify/Definir, Medir, Analisar, Projetar, Verificar	DMAIC - Define, Measure, Analyse, Improve, Control/ Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar
Âmbito	Conceção e desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos	Melhoria e/ou resolução de problemas em produtos, serviços e processos existentes
Problemas	Carácter preventivo	Carácter corretivo/reactivo
Melhoria	Muito significativa	Significativa
Oportunidades	Diferenciação do produto/serviço, inovação, crescimento do mercado, melhoria significativa da eficiência dos processos, redução do tempo de lançamento no mercado	Melhoria da qualidade, aumento da satisfação do Cliente, redução de custos, aumento da produtividade
Duração do Projeto	Depende da complexidade da entidade em causa, podendo variar entre alguns (poucos) meses até vários anos	Depende da natureza do projeto em causa, mas em média cerca de 6 meses
Investimento no projeto	Geralmente superior comparativamente aos projetos de <i>Six Sigma</i>	Geralmente inferior comparativamente aos projetos de DFSS
Risco associado ao Projeto	Normalmente o grau de risco é superior comparativamente aos projetos de <i>Six Sigma</i>	Normalmente o grau de risco é inferior comparativamente aos projetos de DFSS
Benefícios do projeto	Mais difíceis de quantificar todas as componentes, dado terem um efeito preventivo; são mais perceptíveis a médio e longo prazo	Quantificáveis na maioria dos casos e perceptíveis num curto espaço de tempo
Requisitos do Cliente e do negócio	A sua análise possui uma natureza exploratória, no sentido de identificar oportunidades para inovar e acrescentar valor	Quantificáveis na maioria dos casos e perceptíveis num curto espaço de tempo

A figura 5, mostra as várias etapas do ciclo de vida do produto (serviço ou processo), e o enfoque das duas referidas abordagens. Como se pode verificar, é na área de atuação do DFSS que os custos associados a correção das não conformidades são menores. No entanto, a sua deteção é mais difícil, razão pela qual é necessário recorrer a várias ferramentas de análise, com o objetivo de antecipar a deteção de potenciais deficiências na fase de projeto.

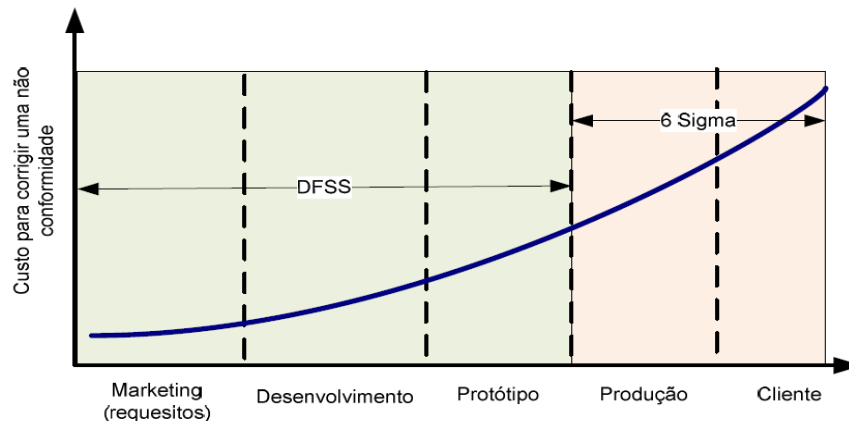


Figura 4: Enfoque do DFSS e do *Six Sigma* no ciclo de vida do produto. Fonte: Dias (2019).

A figura 5 também evidencia o facto de o DFSS ser uma ferramenta metodológica adequada quando se trata de projeto de DNP. Também se evidencia o facto de o *Six Sigma* estar direcionado para o ciclo de vida do produto, claramente a jusante do âmbito da conceção do novo produto. Assim sendo, parece adequado caracterizar nesta fase do trabalho, os diversos caminhos metodológicos através dos quais a teoria DFSS pode ser utilizada. Apesar de ser uma filosofia de âmbito operacional, a sua aplicação envolve facetas de natureza tão diversa como os aspetos culturais, legais, tecnológicos, organizacionais, geográficos, económicos, estratégicos, entre outros (Dias, 2019). Logo, como cada empresa possui características únicas e típicas, as empresas foram desenvolvendo alternativas ao ciclo de melhoria continua DMADV com o propósito de assegurar a criação de uma cultura eficiente e eficaz para o desenvolvimento de produtos, nomeadamente de novos produtos (Soderborg, 2004). Ainda de acordo com este autor, as ferramentas metodológicas utilizadas nas atividades de produção e I&D não se adequam ao sector dos serviços. Para este caso, o ciclo “*Identify, Design, Optimize, Verify*”/Identificar, Projectar, Otimizar, Verificar (IDOV), desenvolvido pela GE, é um dos mais utilizados neste sector de atividade (Soderborg, 2004). Por outro lado, algumas organizações usam diferentes ferramentas metodológicas, de acordo com a natureza do âmbito do projeto em desenvolvimento. Se por um lado o ciclo de “*Invent and Innovate, Develop, Optimize, Verify*”/Inventar e Inovar, Desenvolver, Otimizar, Verificar (IIDOV) é muito utilizado em projetos de desenvolvimento de produtos e tecnologias, por outro, nos projetos de comercialização desses mesmos produtos e tecnologias, é comum utilizar-se o ciclo

“*Concept, Design, Optimize, Verify*” (CDOV) ou Conceber, Projectar, Otimizar, Verificar. Outras empresas utilizam sistematicamente um único processo de trabalho. Como exemplo, a Ford, utiliza o ciclo de “*Define, Characterize, Optimize, Verify*”/Definir, Caracterizar, Otimizar, Verificar (DCOV) para todas as categorias de projetos DFSS (Shahin, 2008). Na tabela 2 estão caracterizadas as várias etapas associadas as ferramentas metodológicas de suporte a implementação do DFSS, que foram identificadas na literatura. Pode verificar-se que as que não contemplam o termo “Definir” tem outro termo, no máximo na segunda etapa, cujo significado visa o mesmo objetivo, que é incluir a “voz do cliente”. Por outro lado, é possível ainda verificar que, duas designações iguais para uma etapa em ferramentas metodológicas distintas, não tem necessariamente o mesmo significado.

Tabela 2: As etapas dos ciclos mais utilizados em DFSS e seu significado. *Fonte: Dias (2019).*

Ciclo	Significado	Objetivos das etapas
CDVOV	Conceber, Projectar, Otimizar, Verificar (<i>Concept, Design, Optimize, Verify</i>)	Conceber os fundamentos do projeto com base nas necessidades do Cliente. Projectar para cumprir os fundamentos estabelecidos. Otimizar o projeto para eliminar aspetos causadores de afastamento aos objetivos estabelecidos. Verificar o desempenho do projeto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.
DCCDI	Definir, Cliente, Conceber, Projectar, implementar (<i>Define, Customer, Concept, Design, Implement</i>)	Definir os objetivos do projeto. Concluir sobre as especificações do projeto da análise efetuada ao Cliente . Conceber as ideias desenvolvidas, revistas e selecionadas. Projectar para atingir as metas do negócio de do Cliente. Concluir a implementação para desenvolver e comercializar o produto/serviço.
DCOV	Definir, Caracterizar, Otimizar, Verificar (<i>Define, Characterize, Optimize,</i>	Definir os objetivos do projeto e os requisitos (internos e externos) do Cliente. Caracterizar as fases do projeto a elaborar, para cumprir os objetivos definidos.

	<i>Verify)</i>	<p>Otimizar o projeto para eliminar aspetos causadores de afastamento aos objetivos estabelecidos.</p> <p>Verificar o desempenho do projeto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.</p>
DDOV	<p>Definir, Projectar, Otimizar, Validar</p> <p><i>(Define, Design, Optimize, Validate)</i></p>	<p>Definir os objetivos do projeto e os requisitos (internos e externos) do Cliente.</p> <p>Elaborar um projeto que transforme as necessidades e requerimentos do Cliente em soluções funcionais.</p> <p>Otimizar o projeto para eliminar aspetos causadores de afastamento aos objetivos estabelecidos.</p> <p>Validar o projeto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.</p>
DMADIC	<p>Definir, Medir, Analisar, Projectar, Implementar, Controlar</p> <p><i>(Define, Measure, Analyse, Design, Implement, Control)</i></p>	<p>Definir os objetivos do projeto e os requisitos (internos e externos) do Cliente.</p> <p>Medir as necessidades e especificações do Cliente definidas pelo Cliente.</p> <p>Analisar as opções do processo para atingir as necessidades do Cliente.</p> <p>Elaborar um projeto que realize as necessidades e requerimentos do Cliente.</p> <p>Implementar processos de controlo para evitar a ocorrência de erros no produto/serviço.</p> <p>Controlar o projeto para melhor cumprir os objetivos e requisitos inicialmente definidos, tendo em conta o desempenho do produto/serviço.</p>
DMADOV	<p>Definir, Medir, Analisar, Projectar, Otimizar, Verificar</p> <p><i>(Define, Measure, Analyse, Design, Optimize, Verify)</i></p>	<p>Definir os objetivos do projeto e os requisitos (internos e externos) do Cliente.</p> <p>Medir e determinar as necessidades e especificações do Cliente.</p> <p>Analisar as opções do processo para atingir as necessidades do Cliente.</p> <p>Projectar para atingir as metas do negócio do Cliente.</p> <p>Otimizar o projeto para eliminar aspetos causadores de afastamento aos objetivos estabelecidos.</p> <p>Verificar o desempenho do projeto e a</p>

		capacidade de atingir as necessidades do Cliente.
DMEDI	Definir, Medir, Explorar, Desenvolver, Implementar (<i>Define, Measure, Explore, Develop, Implement</i>)	Definir os objetivos do projeto e os requisitos (internos e externos) do Cliente. Medir para definir o Cliente e as suas necessidades e especificações. Explorar estratégias a desenvolver de forma a se obter um projeto conceptual que atenda as necessidades e requisitos do Cliente. Desenvolver as estratégias que permitam articular completamente o projeto as necessidades e requisitos do Cliente. Implementar processos de simulação de funcionamento do produto/serviço.
ICOV	Identificar, Caracterizar, Otimizar, Validar (<i>Identify, Characterize, Optimize, Validate</i>)	Identificar o Cliente e os seus requisitos. Caracterizar o projeto para cumprir os requisitos do Cliente. Otimizar o projeto para eliminar aspetos causadores de afastamento aos objetivos estabelecidos. Validar o projeto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.
IDOV	Identificar, Projectar, Otimizar, Validar (<i>Identify, Design, Optimize, Validate</i>)	Identificar o Cliente e os seus requisitos. Elaborar um projeto que realize as necessidades e requerimentos do Cliente. Otimizar o projeto utilizando ferramentas de estatística avançada e modelação para prever e melhorar o desempenho do projeto. Validar o projeto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.
IDDOV	Identificar, Definir, Desenvolver, Otimizar, Verificar, Validar (<i>Identify, Define, Develop, Optimize, Verify & Validate</i>)	Identificar o Cliente e os seus requisitos. Definir os objetivos do projeto e dos requisitos (internos e externos) do Cliente. Desenvolver estratégias que permitam articular o projeto as necessidades e requisitos do Cliente. Otimizar o projeto para eliminar aspetos causadores de afastamento aos objetivos estabelecidos. Verificar o desempenho do projeto e a

		<p>capacidade de atingir as necessidades do Cliente.</p> <p>Validar o projeto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.</p>
IIDOV	<p>Inventar e Inovar, Desenvolver, Otimizar, Verificar</p> <p><i>(Invention and Innovation, Develop, Optimize, Verify)</i></p>	<p>Criar e melhorar requisitos do e para o Cliente, tendo em conta as suas necessidades e objetivos, explorando capacidades inventivas, inovadoras e criativas.</p> <p>Desenvolver estratégias que permitam articular completamente o projeto as necessidades e requisitos do Cliente.</p> <p>Otimizar o projeto para eliminar aspetos causadores de afastamento aos objetivos estabelecidos.</p> <p>Verificar o desempenho do projeto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.</p>
PIDOV	<p>Planear, Identificar, Projectar, Otimizar, Validar</p> <p><i>(Plan, Identify, Design, Optimize, Validate)</i></p>	<p>Planear todas as etapas do projeto de forma a satisfazer as necessidades e requisitos do Cliente.</p> <p>Identificar as etapas críticas do projeto, tendo em conta a voz do Cliente.</p> <p>Elaborar um projeto que realize as necessidades e requerimentos do Cliente.</p> <p>Otimizar o projeto para eliminar os aspetos das etapas críticas que possam afastar o projeto das metas estabelecidas.</p> <p>Validar o projeto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.</p>

2.4-Definir Medir Analisar Implementar Controlar

O Ciclo DMAIC surgiu com o intuito de reduzir o aparecimento de defeitos e problemas, especialmente em processos de fabrico. O DMAIC possui funções similares aos seus antecessores na resolução de problema na fase de produção, tais como o PDCA (De Mast e Lokerbool, 2012). O DMAIC visa a melhoria do processo por meio da seleção correta de projetos e com etapas direcionadas para a solução de problemas, dispostas de forma cíclica e contínua, contribuindo no processo de melhoria. A integração de diversas ferramentas às fases do DMAIC, contribui para estruturar um método sistemático e

disciplinado, capaz de promover a redução da taxa de defeitos e falhas nos produtos e/ou serviços e/ou processos nas organizações (Santos, 2006; Carvalho e Paladini, 2005). Matos (2003) menciona que na abordagem passo-a-passo, definida através de etapas, a caracterização do problema e o entendimento das Características Críticas para a Qualidade (CCQ) são os principais fatores para o seu sucesso.

O DMAIC é um método de gestão de mudanças e resolução de problemas. Ele é considerado um ciclo de desenvolvimento de projetos de melhoria e foi apresentado, originalmente, como parte do programa Seis Sigma (Gupta, 2005; Leaphart *et al.*, 2012). A seguir, tem-se uma breve descrição de cada etapa do DMAIC.

2.4.1- Definir (*Define*)

Nesta etapa devem identificar-se os processos críticos responsáveis pela geração de maus resultados, tais como: reclamações de clientes; altos custos de mão de obra; baixa qualidade de fornecimentos; erros de forma; etc. (Carvalho e Paladini, 2005). Nesta etapa recomenda-se a utilização da Carta de Projeto (*Project Charter*), documento formal que permite a realização de um estudo racional para o projeto (Werkema, 2013). Nesta carta, é importante constar toda a informação possível sobre o núcleo que envolverá esclarecimentos sobre os resultados que estão sendo procurados, confirmando valor ao negócio, estabelecendo limites e recursos, comunicando metas e planos, e identificando os clientes e suas necessidades (Lin *et al.*, 2013).

2.4.2- Medir (*Measure*)

Nesta etapa deve acontecer o refinamento e a focalização do problema (Werkema, 2013), desenvolvendo o levantamento dos dados históricos e análise do sistema de medição das variáveis de saída (Matos, 2003). Nesta etapa, a recolha de dados é essencial para validar e quantificar o problema e/ou a oportunidade, objetivando a definição de prioridades e a tomada de decisões sobre os critérios que são necessários (Lin *et al.*, 2013).

2.4.3- Analisar (*Analyze*)

Trata-se da etapa em que é realizada a identificação das variáveis que afetam o processo, sendo necessário encontrar as causas do problema, para que se aprofunde nos

detalhes, identificando a(s) atividade(s) críticas do mesmo (Lin *et al.*, 2013). Além da análise dos dados coletados e da determinação das causas raiz de defeitos, também é possível identificar as diferenças entre o desempenho real e o planejado (Santos, 2006).

2.4.4- Melhorar (*Improve*)

Nesta etapa, determina-se a forma de intervenção para a redução do nível de defeitos dos processos. Segundo Santos (2006), a garantia de melhoria do processo está associada a uma solução que seja capaz de eliminar e prevenir a ocorrência de problemas. Também é realizada a geração de ideias potenciais para a eliminação das causas fundamentais dos problemas, priorizados na etapa anterior (Werkema, 2002). Dentro das ferramentas utilizadas nesta etapa, podem apontar-se como relevantes o *DOE (Design Of Experiments)*, as *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*, o *Brainstorming*, o *5W2H (what, why, where, when, who, how, how much)*, entre outras (Satolo *et al.*, 2009; Werkema, 2013).

2.4.5- Controlar (*Control*)

A sustentabilidade da melhoria precisa de um sistema de controle, para mantê-la no intervalo de tolerância associado ao processo. Nesta etapa, é confirmada a implantação da melhoria, a resolução do problema, a validação dos benefícios alcançados, as alterações necessárias aos procedimentos e instruções de trabalho, a implementação de ferramentas de controle e, por fim, a auditoria do processo e a monitorização do desempenho (Matos, 2003). Para esta etapa recomenda-se a utilização de CEP (Controle Estatístico do Processo), histogramas e técnicas de recolhas de dados (Satolo *et al.*, 2009).

A tabela 3 apresenta as 5 fase e os 12 passos da metodologia *six sigma*

Tabela 3: As 5 fases e os 12 passos da Metodologia *Six sigma*. Barros (2015).

Definir	Passo 1	Selecionar as CTQ
		Identificar as Variáveis de Entrada/saída do Processo
Medir	Passo 2	Definir Padrões de Desempenho
	Passo 3	Validar Sistema de Medição
	Passo 4	Calcular a atual capacidade do processo (<i>baseline</i>)
	Passo 5	Definir Objetivos de Desempenho
Analisar	Passo 6	Identificar as Fontes de Variação
	Passo 7	Selecionar as Causas Potenciais
Melhorar	Passo 8	Descobrir Relações entre Variáveis
	Passo 9	Estabelecer Tolerâncias de Operação
	Passo 10	Validar o Sistema de Medição
	Passo 11	Determinar a Capacidade do Processo
Controlar	Passo 12	Implementar Controlos do Processo

A metodologia ou ciclo DMAIC caracteriza-se pela utilização de variadas ferramentas, consoante a fase em que se insere e os objetivos a serem atingidos (Tabela 5).

Tabela 4: Resumo das Ferramentas usadas na fase do ciclo DMAIC. Barros (15).

Definição	<i>Balanced Scorecard</i> , Custos da não qualidade, Voz do cliente, Análise de <i>Kano</i> , Árvores de identificação das características críticas da qualidade, SIPOC (<i>Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Costumers</i>), Planeamento do Projeto, Ficha de definição do projeto, Matriz de responsabilidades, Análise de <i>Stakeholders</i> , Plano de comunicação de resultados.
Medição	Estatística descritiva dos dados, Métodos para recolha de dados, Métricas <i>Lean</i> , Planos de Amostragem, Validação dos Sistemas de medição, Estudo da capacidade atual dos processos.
Análise	Mapeamento do processo; Análise de valor; Os 7 desperdícios críticos; <i>Brainstorming</i> ; 5 Porquês?; Diagrama Causa e efeito; Diagramas de afinidades; FMEA; Gráficos de tendências; Intervalos de confiança; Testes de hipóteses; Correlação e Regressão.
Melhoria	<i>ainstorming</i> negativo, <i>Benchmarking</i> , Matriz de hierarquização de soluções, FMEA, Desenho de Experiências, Estudos piloto.

Controlo	Controlo estatístico do processo; Planos de Controlo; Trabalho padronizado; Testes de hipóteses; Relatório de encerramento do projeto.
-----------------	--

Apesar de por vezes, envolver tempo e alguns investimentos, a aplicação desta metodologia permite aumentar a produtividade nas empresas, reduzir a variabilidade dos processos e diminuir o número de produtos não conformes.

A inclusão das etapas do ciclo DMAIC num determinado projeto, é um auxílio para os gestores de projeto se tornarem não só mais eficazes, mas também para alcançarem resultados inovadores (Rever, 2010). Para o mesmo autor, algumas das vantagens na utilização desta ferramenta passam por:

- Fomentar conhecimento estatístico de processos adequados para melhor compreender e melhorar os resultados futuros;
- Adaptar um conjunto de ferramentas para a melhoria de processos;
- Tomar decisões baseadas em factos.

Hoje em dia as organizações aspiram reduzir o nível de custo da qualidade pobre (COPQ – *Cost Of Poor Quality*) (Prashar, 2013), e o ciclo DMAIC configura-se como a metodologia indicada para alcançar esse objetivo (Kumar e Sosnoski, 2009).

Segundo Mast e Lokkerbol (2012), a metodologia DMAIC está direcionada para a resolução de problemas, decompondo uma tarefa em várias sub-tarefas genéricas. Com a utilização da metodologia DMAIC, Celis e Garcia (2012) consideraram no seu estudo que, dois objetivos alcançáveis e relevantes são: o aumento da velocidade de fluxo e a diminuição do desperdício.

Gijo, Scaria e Antony (2011) apresentam, no seu caso como resultado do grande objetivo inicial do projeto, a redução da percentagem de rejeição de peças no processo de moagem de 16,6% para 1,19%, o que superou a meta de redução em 50%, e permitiu ainda a ocorrência de poupanças financeiras. O sucesso deste projeto deu mais confiança aos elementos da organização responsáveis por tomadas de decisão. Mostrou-se crucial o conhecimento e a disponibilidade de *softwares* estatísticos também, como o suporte por parte da gestão no desenvolvimento e integração de todas as etapas do *Lean*. A implementação desta filosofia foi uma mais-valia na organização, uma vez ter sido posteriormente utilizada em outras iniciativas de melhoria. Foi feita ainda referência ao

reconhecimento anual dado aos indivíduos que participaram ativamente, na implementação da filosofia *Lean Six-Sigma* como estratégia de incentivo aos restantes colaboradores.

Bañuelas *et al*, (2005) obteve resultados bastante positivos, tais como: poupanças financeiras; redução de desperdício e de inspeção necessária no controlo dos seus processos; aumento de qualidade e também de *runtime*. Tal panorama permitiu à organização maior disposição para a utilização de ferramentas estatísticas na resolução, e ainda a motivação dos seus colaboradores no âmbito da melhoria contínua.

Além das mais-valias apontadas anteriormente, Cheng e Chang (2012) conseguiram a redução de atrasos e de transferências durante o processo produtivo, também como o crescimento da taxa de utilização dos recursos e a eficiência do ciclo do processo.

São inúmeros os exemplos de estudos de caso que aplicam as ferramentas em estudo, e que expõem todas as vantagens da sua utilização.

Por fim, com o objetivo de demonstrar a versatilidade desta filosofia, foi elaborado um resumo (Tabela 5) de vários casos práticos de diversas indústrias/sectores, onde a aplicação da abordagem *Lean Six-Sigma* e da metodologia DMAIC foram alvo de sucesso organizacional.

Tabela 5: Casos de sucesso com a implementação da filosofia Lean six-sigma

Autor/Ano	Indústria/Setor	Etapa									
		Definir		Medir		Analisar		Melhoria		Controlar	
		Fluxo	Ferramentas	Fluxo	Ferramentas	Fluxo	Ferramentas	Fluxo	Ferramentas	Fluxo	Ferramentas
Gijo, Scaria e Antony (2011)	Indústria Transformadora	- Criação de equipa - Elaboração de carta de Projeto - Definição da característica <i>Critical-to-Quality</i> - Elaboração do Diagrama SIPOC	Carta de projeto - Árvore CTQ - Diagrama SIPOC	- Identificação e inspeção de todos os tipos de defeitos - Validação do sistema de medição (através de Gage R&R) - Elaboração de Plano de Recolha de Dados - Cálculo do Nível de Sigma	Gage R&R - Diagrama de Pareto	<i>Brainstorming</i> para identificação de causas raiz - Elaboração do diagrama causa-efeito - Plano de validação de causas - Execução do plano de validação de causas	Diagrama causa-efeito - Plano de validação de causas - <i>Brainstorming</i> - ANOVA	- Elaboração de DOE - Seleção de parâmetros e execução de DOE a três níveis - Identificação das soluções ótimas - Análise de risco às soluções - Elaboração e execução de Plano de Implementação	- DOE - <i>Taguchi's Signal-to-Noise (S/N)</i>	- Padronização de processos - Auditorias internas - Elaboração e acompanhamento de gráfico de controlo - Promoção de formação - Recálculo do Nível de Sigma	- Checklist - Gráfico em "u"
Rohini, R., Mallikarjun, J. 2011	Hospital	Seleção da equipa - Definição do problema e objetivos - Identificação de fatores críticos para a qualidade (CTQ)	- <i>Charter</i> do projeto - Requisitos do cliente mensuráveis - Mapa de processo <i>high-level</i>	Elaboração de um plano de recolha de dados para cada fase	- Plano de recolha de dados (DCP - <i>Data Collection Plan</i>)	- Análise do processo (identificação de passos que não acrescentam valor ao processo) - Análise de dados para encontrar	Diagrama causa-efeito	- Sugestão de ações de melhoria	<i>Brainstorming</i>	- Cálculo do nível de Sigma - Atividades de supervisão	-

		- Definição de expectativas				tendências e suportar fatores na raiz das causas					
Cheng, C., Chang, P. 2012	Organização sem fins lucrativos	Identificação da Voz do Cliente - Compreensão do fluxo do processo	- VOC (<i>Voice Of the customer</i>) - Diagrama SIPOC - Tabela de <i>overview</i> do projeto	- Identificar o produto principal - Recolha de informação - Cálculo da Eficiência do Ciclo do Processo (ECP)	- Diagrama de Pareto - <i>Bill of materials</i> (BOM)	- Identificação das causas raiz - Listagem de problema que ocorram durante o processo produtivo - Identificação de possíveis soluções	- Diagrama causa-efeito - Filamentos - <i>Brainstorming</i> - 5 Porquês	- Cálculo da taxa de utilização do produto selecionado - Desenvolvimento de planos de melhoria - Implementação de ações de melhoria	- Diagrama de Pareto - Alterações visuais e de <i>layout</i>	Acompanhamento e recálculo dos resultados e medidas - Implementação de procedimentos <i>standard</i>	- Plano de política de controle
smail <i>et al</i> 2014	Indústria Biofarmacêutica	Identificação de: a) Cliente (interno e externo); b) Equipa; c) Limites do projeto	- Mapeamento do processo	- Seleção do produto/projeto a ser medido - Definição de padrões de desempenho - Estruturação do fluxo CTQ (Critical To Quality)	- Diagrama CTQ (<i>critical to quality</i>)	- Detecção de possíveis causas - Identificação de soluções práticas associadas a cada causa	<i>Brainstorming</i> - Matriz de seleção de soluções	- Implementação de soluções - Definição do fluxo de processo	- Diagrama SIPOC	-	-
Srinivasan, K. <i>et al</i> 2014	Indústria Química	- Avaliação do desempenho do processo - Seleção do parâmetro de estudo	- Diagrama de Pareto	- Recolha de dados - Avaliação da informação	- Diagrama de Pareto	Identificação de causas-raiz - Identificação de possíveis soluções	- Diagrama causa-efeito - <i>Brainstorming</i>	- Seleção e implementação de ações de melhoria - Cálculo do nível de Sigma	<i>Brainstorming</i>	Implementação da solução ótima	-

2.6- Diagrama Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers

Diagrama SIPOC é uma ferramenta 6 sigma, usada na metodologia DMAIC, *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*, para a resolução de problemas, especialmente durante a fase ‘Definir’ (Marques e Requeijo, 2009).

A sigla SIPOC tem origem nos termos em inglês: *Suppliers* (fornecedores), *Inputs* (entradas), *Process* (processo), *Outputs* (saídas) e *Customers* (clientes) (Andrade *et al.*, 2012), e é um mapa muito abrangente que possibilita a visualização do processo estudado (Jorge e Miyake, 2012). Fornecedores e clientes são o ‘Quem’, entradas e saídas são o ‘o Quê’ e o processo é o ‘Como’. Estes diagramas são usados para categorizar como várias entidades interagem com o processo, dividindo o âmbito deste em vários segmentos (Mishra e Sharma, 2014) e ajuda a equipa responsável por este a definir o, anteriormente referido, âmbito do processo e a chegar a consenso em relação ao seu propósito (Parkash e Kaushik, 2011).

Os diagramas SIPOC permitem identificar relações entre os processos existentes através das entradas, saídas, fornecedores e clientes destes (Marques e Requeijo, 2009). Auxilia, ainda, a entender quais são as entradas necessárias para obter as saídas pretendidas (Parkash & Kaushik, 2011).

Um diagrama SIPOC (Figura 6), é usado por equipas de trabalho para identificar os elementos relevantes de um projeto de melhoria de um processo, antes do início do trabalho (Soleimannejed, 2004). A parte de inferior de cor azul, representa uma sequência genérica de operações de gestão.

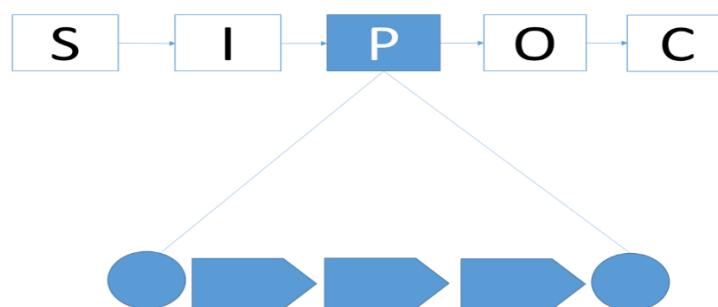


Figura 5: Exemplo de diagrama SIPOC.

A ferramenta SIPOC, tem como objetivo melhorar a apresentação da sequência dos processos, e tornar mais fácil a compreensão dos processos por parte dos colaboradores da empresa (Andrade *et al.*, 2012). Torna-se uma ferramenta muito útil para detalhar as principais atividades do processo a serem abordadas, e todas as partes envolvidas na concretização do mesmo (Tenera e Pinto, 2014). Trata-se de uma ferramenta particularmente útil para dar resposta às seguintes questões (Soleimannejed, 2004):

- 1) Quem fornece as entradas para o processo?
- 2) Que especificações são colocadas nas entradas?
- 3) Quem são os verdadeiros clientes do processo?
- 4) Quais são os requisitos dos clientes?

Contudo, é importante definir o porquê da existência do processo e o papel do responsável do mesmo. Numa situação de alterações ao processo, o responsável deve ser envolvido (Soleimannejed, 2004).

De forma genérica, obtêm-se entradas de fornecedores, agrega-se valor às entradas através do processo, e fornece-se uma saída que atende ou excede as expectativas do cliente (Soleimannejed, 2004).

Para definir um processo com base na ferramenta SIPOC é necessário (Pyzdek, 2003):

- 1) Definir o nome do processo (por exemplo, recrutar pessoal);
- 2) Definir as saídas do processo, que representam algo tangível que o processo produz (por exemplo, relatório);
- 3) Definir os clientes do processo, que são as pessoas que recebem as saídas. Para cada saída deve existir um cliente;
- 4) Definir as entradas para o processo, que podem ser tangíveis (por exemplo, pedido do cliente);
- 5) Definir os fornecedores. Estas são as pessoas que fornecem as entradas, em que cada entrada deve ter um fornecedor. Pode acontecer que o fornecedor e o cliente sejam a mesma pessoa;
- 6) Definir os subprocessos que fazem parte do processo. Estes representam as atividades

que vão transformar as entradas em saídas.

O SIPOC permite identificar com clareza os problemas e as oportunidades e tornar transparente as interdependências dos processos, atividades e tarefas (Filho & Mansur, 2007). Como tal, devido a esta visão clara do fluxo de trabalho, introduzir melhorias torna-se mais simples, o que resultará num aumento do nível de qualidade do produto/serviço (Andrade *et al.*, 2012).

No âmbito deste trabalho, a sua importância prende-se com a sua capacidade, citada acima, para definir o âmbito do processo, bem como os atores, sejam fornecedores ou clientes, e aquilo que o processo produz e consome.

2.7- Diagrama de Pareto

Esta ferramenta de apoio à qualidade baseia-se no princípio de Pareto, desenvolvido pelo economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), o qual constatou que apenas um número reduzido de pessoas detinha grande parte da riqueza existente. Joseph Juran adaptou este princípio, a gestão da qualidade considerando que, genericamente, 80% dos problemas existentes num processo produtivo são causados por 20% das causas passíveis de os provocar.

O Diagrama de Pareto corresponde a um gráfico de frequências e ilustra a contribuição relativa de cada causa para o problema em análise. E, assim, possível visualizar facilmente quais são as causas mais determinantes na ocorrência de um determinado problema, o que permite estabelecer prioridades de atuação, evitando por esta via, o desperdício de esforços no combate a causas, que não tem grande expressão na manifestação do problema. (Pereira & Requeijo, 2008).

O Diagrama de Pareto é um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas. Serve para visualizar e identificar as causas ou problemas mais importantes. A sua elaboração decorre dos seguintes passos:

- a) Selecionar os problemas a serem comparados e estabelecer uma ordem de prioridades para sua análise;
- b) Selecionar um padrão de comparação;
- c) Selecionar um período de tempo para ser analisado;
- d) Reunir os dados necessários dentro de cada categoria;

- e) Comparar a frequência ou custo de cada categoria com relação a todas as outras;
- f) Listar as categorias da esquerda para a direita no eixo horizontal, em ordem decrescente;
- g) Acima de cada classificação ou categoria deve-se desenhar um retângulo ou barra cuja altura corresponda ao valor dessa variável na classificação escolhida.

O processo final resulta em uma ilustração simples e que facilita a concentração de esforços para a análise de problemas (Vieira, 2014).

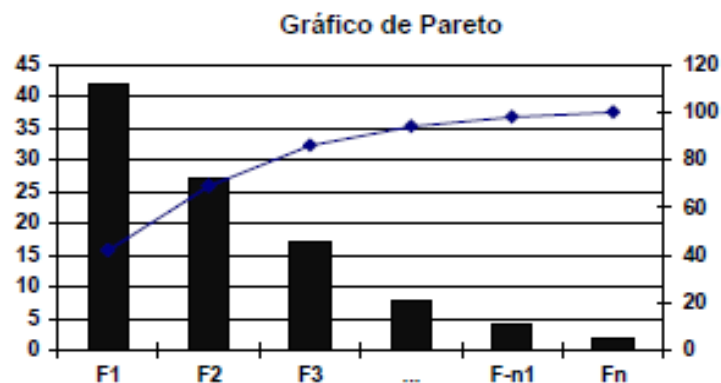


Figura 6: Diagrama de Pareto. Fonte: *Pereira & Requeijo (2008)*.

2.8- Diagrama de Causa-Efeito

Uma vez identificado um problema que mereça um estudo mais profundo, devem ser analisadas as causas potenciais que o podem originar. O diagrama de causa-e-efeito, desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1943, procura relacionar graficamente as causas com os efeitos (problemas), que as mesmas produzem. Esta ferramenta, também conhecida por diagrama de Ishikawa ou diagrama em Espinha-de-Peixe, é particularmente adequada para o desenvolvimento de trabalho em equipa. (Pereira & Requeijo, 2008).

Ainda de acordo com estes autores, a construção do Diagrama de Causa--Efeito passa habitualmente por:

a) Definir claramente o problema

Quanto mais generalista for o problema, mais gerais serão as causas, e mais complicadas serão as análises e a resoluções do problema. Assim, a equipa de trabalho

deve discutir todos os contornos do problema em questão, de forma a identificar claramente as suas características, e a definir com exatidão um título para o problema ou efeito. Traça-se em seguida uma linha horizontal central e descreve-se o problema (efeito), sem qualquer ambiguidade, à direita do diagrama.

b) Identificar as causas do problema

As causas conducentes a um determinado efeito, podem ser classificadas a vários níveis, cujo número vai depender do maior ou menor detalhe da análise efetuada pela equipa.

As chamadas causas gerais ou principais têm uma influência direta no problema a ser resolvido. Em contextos produtivos e habitual considerarem-se seis categorias de causas gerais (os 6M), que se tem revelado adequadas a maioria dos problemas existentes: Mão de-obra, Métodos, Meio-Ambiente, Máquinas, Materiais e Medições.

No entanto, esta definição de categorias não é obrigatória, podendo a equipa estabelecer outra classificação que melhor se adapte à situação. As categorias identificadas, são representadas pelas setas obliquas que convergem para o eixo horizontal do diagrama, a equipa de trabalho procura identificar o máximo de causas possíveis (reais ou potenciais) para o problema. Uma técnica particularmente útil nesta fase é o *Brainstorming*. Em seguida, cada causa é afetada a uma das categorias previamente consideradas, cada categoria pode ser subdividida tantas vezes quantas as necessárias, para melhor agrupar e clarificar as causas do problema, no entanto, e habitual cada categoria ser ramificada ate um máximo de três ou quatro níveis.

Completa-se o diagrama tendo em consideração que as causas de nível 1, que afetam diretamente a respetiva causa geral, são representadas por setas horizontais ligadas as setas obliquas das causas gerais, que as causas de nível 2 são representadas por setas obliquas apontadas para a seta horizontal da causa de nível 1, e assim sucessivamente (Figura 8). (Pereira & Requeijo, 2008).

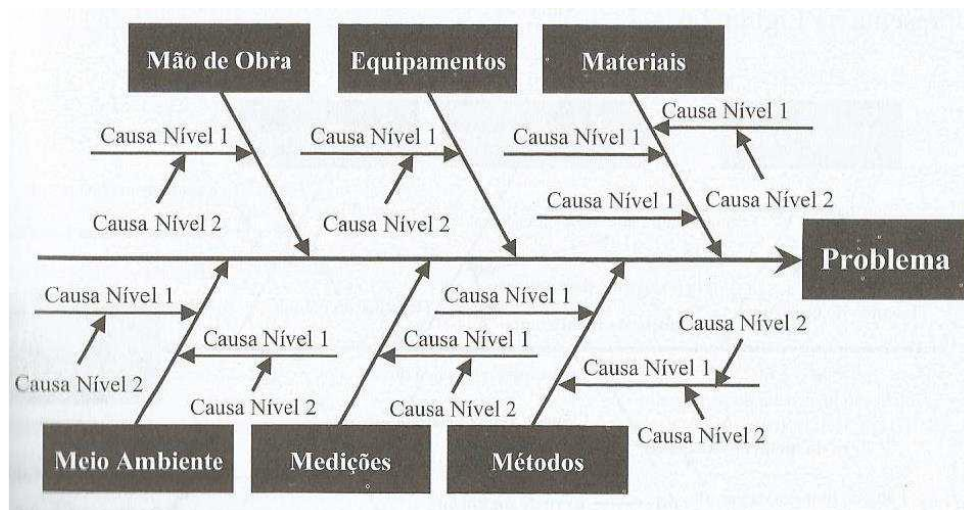


Figura 7: Diagrama de causa-e-efeito. (Fonte: Pereira & Requeijo, 2008)

2.9- Cartas de controlo.

O controlo estatístico do processo (ou SPC - *Statistical Process Control* na sigla inglesa) surge da necessidade de estabilizar processos, em torno de um valor médio de um dado parâmetro, ou de um conjunto de parâmetros (Pereira & Requeijo, 2012). Nesse seguimento, surgem as técnicas para monitorizar o comportamento dos processos em relação às especificações dos seus parâmetros, de forma a controlar variabilidades, que podem ser inerentes ao processo ou causadas por agentes exteriores, e determinar se o processo tem ou não capacidade para produzir dentro das especificações pré-definidas. Numa perspetiva mais tradicional do SPC, nomeadamente nas técnicas desenvolvidas por Walter Shewhart, na análise de parâmetros com características contínuas, utilizam-se as cartas de controlo da média e da variabilidade de um processo, no caso de se tratar de amostras, ou caso contrário utilizam-se as cartas de observações individuais e da média móvel. Uma carta de controlo tradicional, consiste num gráfico onde o eixo das abcissas representa cada uma das amostras (ou das observações individuais), e o eixo das ordenadas representa os valores do parâmetro em estudo na carta. Nela, existem três linhas horizontais paralelas: a linha central, a linha superior de controlo e a linha inferior de controlo. As duas últimas representam, respetivamente, o Limite Superior de Controlo (LSC) e o Limite Inferior de Controlo (LIC). A linha central corresponde ao valor esperado do processo, ou seja, ao valor médio do parâmetro em estudo (Usman & Kontagora, 2010). Um exemplo ilustrativo pode ser encontrado na Figura 8. Este exemplo contempla ainda linhas de aviso (superior e inferior), que são linhas que se encontram entre a linha central e a respetiva linha de limite, cuja finalidade é a de alertar que a amostra em estudo se

encontra tão afastada do valor esperado que merece ainda assim uma chamada de atenção a quem estuda a carta.

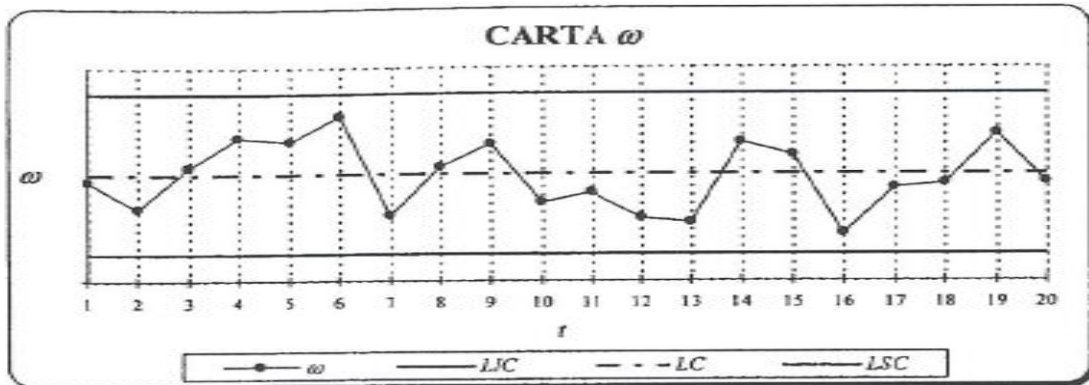


Figura 8: Cartas de Controllo (Fonte: Pereira & Requeijo, 2008)

Capítulo 3: A Crown Cork- Alcochete

3.1- Sobre a Organização

A Crown Cork Alcochete é a empresa onde decorreu o estágio de natureza profissional que conduziu a realização deste estudo de caso que se apresenta nesta dissertação, o estágio decorreu no departamento de Litografia de Agosto de 2018 à Maio de 2019.

3.1.1- Descrição da Empresa

Tabela 6: Informações sobre empresa

Denominação Social: CROWN CORK & SEAL de PORTUGAL EMBALAGENS, S.A.	
Forma Jurídica: Sociedade Anónima	Registo: nº 00030 da CRC de Alcochete
NIPC: 500 208 476	Capital Social: 5.500.000 Euros
Localização: Parque Industrial da CROWN CORK & SEAL de PORTUGAL – Batel Sítio das Cardeiras 2890 ALCOCHETE	
Telefone: 21 234 8230	Fax: 21 234 0006
Actividade Principal: Fabrico de embalagens metálicas e cápsulas coroa.	
Início de actividade: Junho 1963	
Accionista: Crown Embalajes España	
Área Coberta: 28.000 m ²	Área Total: 74.000 m ²

A Crown Cork & Seal de Portugal Embalagens, S.A. dispõe da seguinte Licença de Exploração Industrial:

Tabela 7: A Crown Cork & Seal de Portugal Embalagens, S.A. - Licença de Exploração Industrial

CAE	Actividade
25920	Fabricação de embalagens metálicas ligeiras

3.1.2- Evolução Histórica da Empresa

O Grupo Crown Holdings é uma multinacional com sede em Philadelphia-USA, fundada em 1892, atualmente com 136 fábricas localizadas em 41 Países e empregando 20.500 trabalhadores.

O sector alimentar representa 34% do seu volume de negócios, sendo 45% dessa atividade desenvolvida no Continente Europeu.

Instalada em Portugal desde 1956 (em Lisboa) veio a adquirir a Colep em Ovar em 1996 e a Ormis – Alcochete em 1998.

Atualmente, a sede e instalações fabris estão em Alcochete, onde se concentram todas as atividades (as outras foram sendo desativadas uma a uma com o processo de fusão).

A CC&Seal Portugal, conta com uma média anual de 200 empregados e dedica-se à fabricação de embalagens metálicas para a indústria das conservas, tanto nacional como estrangeira. Também produz cápsulas para a indústria de bebidas que comercializa, principalmente, no mercado ibérico (Portugal e Espanha).

Atualmente detém uma cota de mercado de aproximadamente 60%, nas embalagens para conservas de peixe. Para além deste mercado a CC&Seal Portugal também exporta folha litografada, que representa 6% do seu volume de negócio.

Os produtos tecnologicamente mais desenvolvidos são os tampos de abertura fácil, tanto em folha-de-flandres como em alumínio.

A CC&Seal Portugal segue as diretrizes da política Global estabelecida pela Crown Holdings.

Tendo em conta a estrutura organizacional da Crown Holdings, todas as empresas afiliadas pertencentes a outros países são consideradas fornecedores/clientes da CC&Seal Portugal.



Figura 9: Instalações de Alcochete (vista panorâmica)



Figura 10: Instalações de Alcochete (entrada principal)

O Layout da fábrica pode ser consultado no **Anexo 1 – Layout Crown Alcochete**.

3.1.3- Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional da CC & Seal Portugal encontra-se documentada no **Anexo 2 - Organograma**.

3.2- Objetivos do Estudo de Caso

Num mercado cada vez mais competitivo, há uma necessidade constante de procurar alcançar a eficácia e a eficiência dos processos de gestão e de produção. A redução da taxa de desperdício, é uma opção para alcançar estes objetivos que se caracteriza por ser de rápida implementação e com baixos custos, que exige, no entanto, um rigoroso no controlo da sua implementação.

A CC & Seal Portugal, tem vindo a desenvolver vários programas neste âmbito da melhoria contínua dos processos. Foi neste contexto, e atendendo às prioridades da CC & Seal Portugal, que surgiu um projeto com vista à redução do desperdício, desenvolvido entre Outubro de 2018 e Outubro de 2019, no Departamento de Litografia da CC & Seal Portugal.

O presente estudo de caso tem como objetivo principal mostrar a aplicabilidade do ciclo DMAIC, na melhoria da problemática do desperdício, encontrando uma solução para reduzir a quantidade do desperdício da Litografia em 30%, melhorar a eficiência energética e melhorar a eficiência das linhas envernizadoras. Verificou-se com a utilização de algumas ferramentas do ciclo DMAIC, como o diagrama SIPOC, diagrama de Pareto, digrama de Causa-Efeito e outros, obteve-se com isso algumas melhorias que neste capítulo são apresentadas.

O presente caso de estudo foi realizado no departamento da Litografia, cujo processo é explicado de seguida.

3.3- Processo de Litografia

Este processo inicia-se via Direção Comercial (DC) com a emissão das Previsões de Entregas a Clientes. Nesta fase é elaborado o programa da litografia propriamente dito, respeitando as prioridades estabelecidas pela Direção Comercial, Direção Logística e as melhores sequências operacionais (75.1.E - Gestão e Programação da Produção).

As atividades inerentes ao processo de envernizamento e impressão de folha, assim como, as responsabilidades associadas estão descritas nos pontos 3.1 e 3.2 que se seguem.

3.3.1- DESCRIÇÃO E RESPONSABILIDADES

Tabela 8: Descrição e responsabilidades

Nº	Ação	Responsabilidades	Documento
1	De acordo com o planeamento semanal definido pelo Departamento de Logística, são elaboradas as Ordens de Fabrico que contemplam a identificação do material a processar, assim como, as quantidades de Matéria-Prima necessária.	Departamento de Logística	Ordens de Fabrico
2	Cabe ao Departamento de Litografia solicitar ao armazém de folha, os balotes (folha nua) necessários para o processamento definido nas OF.	Litógrafo / Envernizador	Ordens de Fabrico
3	Antes de se proceder á alimentação da máquina, cabe aos Litógrafo / Envernizador garantir a verificação do material entregue, através da comparação do <i>talão barcode</i> com o referenciado na Ordem de Fabrico. Itens a verificar: n.º artigo, tipo metal (Al, FF- Folha Flandres ou TFS- Tin Free Steel), dimensões, quantidades e pré-orientação de alimentação. O <i>talão barcode</i> acompanha o balote até ao final	Litógrafo / Envernizador	Ordens de Fabrico Programa da litografia IT/09/020
4	Encaminhamento dos balotes para o alimentador. Toda a folha é sujeita á acção do sistema de detecção de dupla folha, que expulsa o material não-conforme e cujo funcionamento é validado periodicamente. Todo o material conforme prossegue por uma das seguintes vias: a) Apenas e só envernizamento; b) Impressão com envernizamento; c) Impressão sem envernizamento.	Litógrafo / Envernizador /Departamento de Qualidade	IT/09/020 SI DOC.093-DO-13.E – <i>Registo Diário de Produção</i>
5/6	Acompanhamento das operações de envernizamento/impressão, cujos controlos, definidos para a área, são efetuados pelos operadores, bem como, pela Qualidade. Os trabalhos litográficos são	Litógrafo / Envernizador Controlo de Qualidade	Plano de controlo – Envernizamento/Lito grafia FTV IT/09/020 IT/10/043

	comparados às provas de cor produzidas pelo estúdio. Preenchimento do <i>talão barcode</i> .		OF Talão barcode
7	As operações de secagem de tinta são garantidas pelas estufas, no caso do processo convencional, ou pelas lâmpadas Ultravioleta (UV) Este tipo de operação é igualmente sujeito a um conjunto de controlos relacionados com a qualidade e segurança do produto. Realização das operações de estufagem	Litógrafo / Envernizador Controlo de Qualidade	Plano de controlo – Envernizamento/Lito grafia FTV IT/09/020 IT/09/050 Programa da litografia
8/9	Colocação de cintas nos balotes e encaminhamento dos mesmos para a zona de stock de litografia em curso ou para novas operações, conforme a situação	Litógrafo / Envernizador	Talão barcode ITO 005.E
10	Encaminhamento dos balotes acabados (após embalamento correcto) para o armazém de folha acabada, identificados com o <i>talão barcode</i> .	Litógrafo / Envernizador	Talão barcode

Capítulo 4: Estudo de Caso

4.1- Explicação do Estudo de Caso

O projeto proposto visa a redução do desperdício, a partir da identificação das causas e redução das incidências, assim sendo, o objetivo do projeto passa por identificar as medidas mais certas, de modo a reduzir as incidências do desperdício na Litografia da Crown Cork-Alcochete. Assim, optou-se pela aplicação do ciclo DMAIC para a solução deste tipo de problemáticas, uma vez que é um ciclo bem estruturado e disciplinado, baseado na medição financeira dos benefícios gerados com a sua aplicação. O ciclo DMAIC é projetado para a melhoria contínua de uma organização.

4.2- FASE DE DEFINIÇÃO

A primeira fase do método DMAIC, tem a finalidade de definir e limitar os objetivos do projeto de melhorias. O foco é compreender o problema, descrevendo os requisitos necessários para o desenvolvimento do projeto, e sua contribuição para o alcance dos objetivos/metastas da empresa. O principal objetivo é demonstrar de forma resumida todos os aspetos relevantes.

As ferramentas utilizadas nesta fase são:

- ✓ Descrição do problema
- ✓ Objetivos do projeto
- ✓ Equipa do projeto
- ✓ Acionistas
- ✓ Análise CTQ
- ✓ Mapa de processo
- ✓ Diagrama SIPOC

4.2.1- Descrição do problema

- ✓ **Desperdícios acima do nível orçamental**

O desperdício de 5,88% do ano de 2018, da qual 2,12% está na litografia, está acima das expectativas orçamentada, como ilustra a figura 11, está com 1,8% a mais do orçamentado.

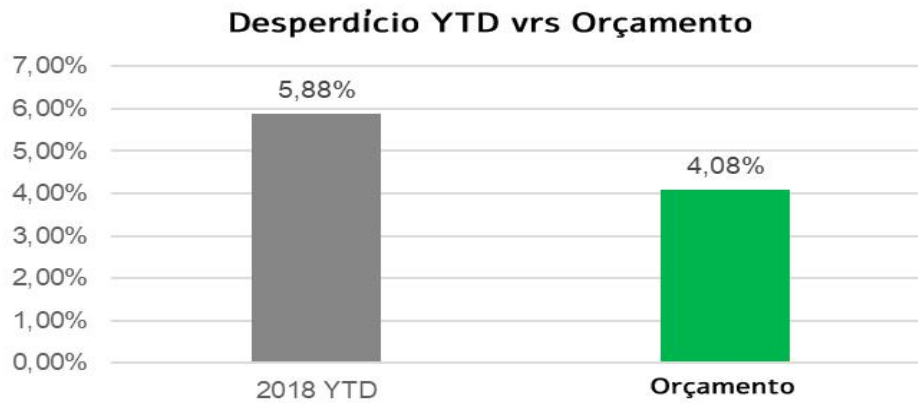


Figura 11: Desperdícios Real vs Desperdício Orçamentado.

Os desperdícios advêm principalmente da utilização dos seguintes equipamentos:

- 1- Envernizadoras
- 2- Forno
- 3- Descarregadores
- 4- Impressoras

Como ilustra a figura 13, a litografia, é a área com maior índice de desperdício dentro da fábrica, 35,43% do desperdício da fábrica está na Litografia e verificou-se também um não desperdício de 2,76% na Delta (Coil).

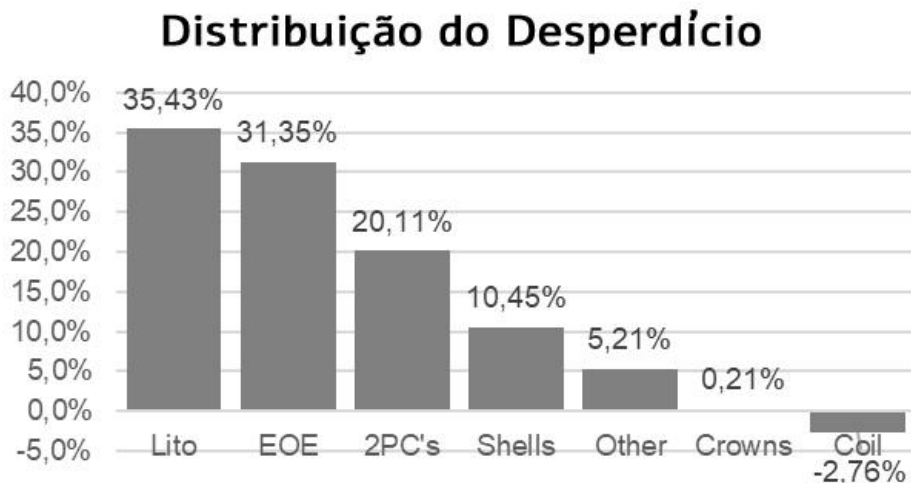


Figura 12: Distribuição dos Desperdícios.

O processo de litografia inicia na Delta, na qual são recebidas as bobines e cortadas em folha, em seguida segue para as envernizadoras, onde é aplicado um verniz interior para proteger o alimento da embalagem, e depois um verniz de fixação no exterior para poder levar a ilustração. O verniz é aplicado através de um rolo, em que pode afinar a quantidade que é aplicado, de seguida vai ao forno que tem de garantir que os vernizes cumprem o seu tempo de cura, conforme indicado na ficha técnica. O descarregador tem um processo de inspeção e de cintagem do balote, e tem de garantir que este está em perfeita condição. Os balotes seguem para as impressoras que dão início à impressão das cores que compõem o trabalho. Existe trabalho de uma única cor como trabalhos com 6 cores, as impressoras, da Crown Alcochete só conseguem dar duas cores de cada vez, uma linha é UV e a outra é convencional a diferença é que a UV, as tintas secam por meio deste tipo de radiação, com a convencional as tintas secam com o recurso a um forno e, como esta tem forno, está preparada com uma envernizadora, e assim pode aplicar-se o verniz final de cobertura que serve para proteger a imagem.

4.2.2- Objetivos do projeto

- ✓ Reduzir em 30 % os desperdícios da litografia de 2,12% para 1,48%;
- ✓ Melhorar a eficiência das linhas envernizadoras;
- ✓ Aumentar o tempo total de produção;
- ✓ Planear com mais precisão;
- ✓ Reduzir a superprodução;
- ✓ Melhorar a eficiência energética.

4.2.3- Equipa do Projeto

Uma vez que o problema detetado está ligada ou tem afetado várias áreas, o líder do projeto selecionou elementos de áreas diferentes para integrarem a equipa.

Um elemento que foi importante para todo o desenvolvimento e aplicação do projeto, é o *Sponsor* do projeto, foi o responsável por permitir que a equipa tivesse todos os elementos para trabalhar no projeto. O líder do projeto, *Black Belt* na metodologia que a

empresa implementa, ajudou nas dificuldades com que a equipa se deparou ao longo da aplicação da mesma. A presença destes dois elementos, foi fundamental para que a equipa se sentisse comprometida com a implementação da filosofia *Lean Six Sigma*.

A tabela 10, mostra os membros da equipa e as suas funções dentro da fábrica e envolvimento no projeto.

Tabela 9: Membros da equipa e as suas funções dentro da fábrica

Membros da Equipa	Nome	Função na Fábrica
Sponsor	Fernando Lima	Diretor da Fábrica
Líder do Projeto (<i>Black Belt</i>)	Raul Gouveia	Responsável de Melhoria Contínua
Membros da Equipa	Miguel Massala	Trainee
	Luís Sinquenique	WCP MPC
	Pedro Rosado	WCP EOE & 2P <i>Engineer</i>
	João Catita	Chefe de Mecânica MPC
	Fernando Gregório	Chefe de Turno Litografia
	António Sousa	Envernizador
	Miguel Rodrigues	Técnico de inspeção de visão artificial
	Rita Catalão	Engenheira de Qualidade MPC

4.2.4- Análise dos *Stakeholders*

É crítico para o sucesso de um projeto, a empresa ser capaz de identificar todos os *stakeholders*, numa fase inicial do projeto para que possamos analisar os seus interesses, expectativas, importância e nível de influência.

Assim sendo, identificaram-se e analisaram-se as áreas ou departamentos com maior poder e influência no projeto.

Tabela 10: Análise de *stakeholders*

	Outros Departamentos	Departamento do Líder do Projeto	Externo
↑	Gestão Financeira	Diretor da Fábrica	Consumidor final
Nível do Líder do Projeto ↔	Gestão da Qualidade Gestão Logística e Planeamento Gestão da Manutenção	Responsável de Melhoria Contínua; Responsável de Produção EOE & 2P; Responsável de Produção MPC	
↓	Gestão EHS Engenheira da Qualidade MPC	WCP EOE & 2P Engineer; Trainee; Chefe de turno Litografia; Envernizador; Técnico de inspeção de visão artificial; Chefe de Mecânica MPC	

A figura 13 mostra a análise de *stakeholders*, as suas áreas de atuação laboral, as influências que têm, bem como a amplitude de abrangência do poder de decisão.



Figura 13: Análise de Stakeholder



4.2.5- Análise *Critical To Quality*

A consulta dos clientes, permite chegar aos requisitos fundamentais exigidos pelos mesmos, vulgarmente designados por *Critical To Quality* (CTQ). Conhecer os CTQ dos clientes, permite focar nos aspetos mais importantes do produto, e que descurados, podem significar a ruína do negócio.

Assim, primeiramente, entendem-se as expectativas e requisitos de qualidade dos clientes, para depois serem usadas as ferramentas *Lean* que se focalizam no fluxo do processo, em conjunto com as ferramentas *Six Sigma*, que se centram na qualidade do produto. A conjugação das ferramentas provenientes de ambas as correntes, é naturalmente mais completa que a utilização de apenas uma das vertentes.

Para se definirem os CTQs, tem de se perceber quais são as necessidades por detrás desse requisito, e depois estratificar de modo a se chegar ao nível do parâmetro ou parâmetros que realmente influenciam a obtenção do requisito. No quadro abaixo estão descritos alguns requisitos ou preocupações do cliente, que após estratificado, dão origem a diversos CTQ, que são os pontos-chave que devem ser garantidos.

Tabela 11: Análise CTQ

	
<ul style="list-style-type: none"> - As taxas do desperdício devem ser reduzidas; - A impressão está muito baixa; - Operadores não usam as mesmas configurações; - Não são fechadas todas as ordens ao final do mês; - Novos operadores no descarregador não fazem o trabalho com exatidão; 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzir o desperdício na litografia em 30%; - Acompanhar a média de folhas por ano; - Padronizar o processo; - Manter uma taxa de fecho de ordem acima de 95%; - Criar treinamento específico no trabalho;

4.2.6- Mapa de Processo

Imagine-se uma franquia mundial de restauração, como uma pizaria: o que distingue uma pizaria de um grupo de uma outra de um grupo distinto, é a receita e o processo como a piza é feita. Portanto, para uma franquia deste género ter sucesso, tem de aplicar um raciocínio similar, recorrendo a instrumentos semelhantes, e o mais importante, a lógica de raciocínio tem de ser similar qualquer parte do mundo, dentro de uma casa deste mesmo grupo empresarial, para o produto final ser o mesmo. Neste caso, a ideia-chave é a de que tem de ser cumprida a receita.

O Mapa de Processo, representa a especificação da receita acima descrita, permitindo a normalização do processo em diferentes fábricas. Dentro do grupo Crown, depois de reunidas as melhores práticas para a realização de cada um dos processos, é então possível proceder à realização de um mapa deste tipo, concebido com o intuito de poder ser aplicado em todo o grupo em processos idênticos. Assim, para a cada unidade fabril fazer bem um processo, basta seguir as instruções do Mapa de Processo.

O processo é representado na forma de fluxograma, onde se verificam quais os passos a seguir, normalizados para cada uma das situações. Ou seja, cada processo começa num determinado ponto e vai seguir uma sequência de ações, tal como se apresenta na figura 14.

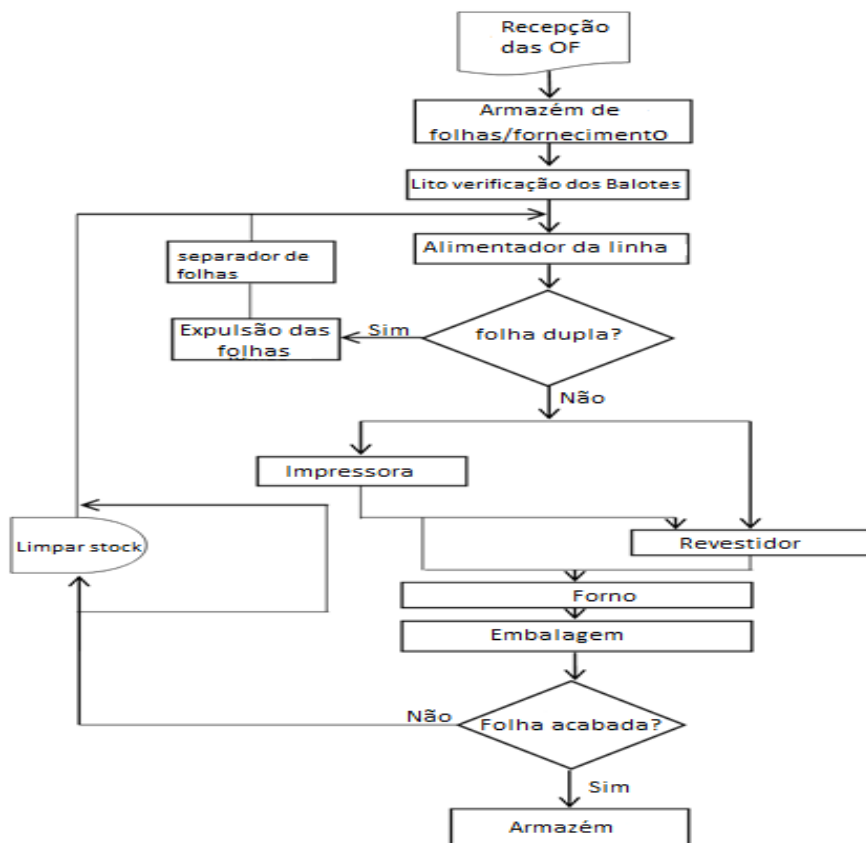


Figura 14: Mapa de processo da litografia.

4.2.7- Diagrama *Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*

Para o entendimento dos elementos chave do processo, a Figura 15 apresenta os resultados obtidos a partir da ferramenta SIPOC. Dada a lista de entradas, é notável que se os itens com um baixo nível de qualidade forem utilizados, é provável que o produto final siga a mesma ordem.

Desta forma, os fornecedores (internos e externos), devem ser cobrados, para que as entregas sigam a ordem desejada. Essa ordem é definida pelos clientes, que também são internos e externos. Ou seja, a cobrança aos fornecedores é com o objetivo de ter os recursos todos disponíveis na hora certa, para que se cumpra com o processo todo de produção e a encomenda chegar na hora certa, aos clientes.

Este diagrama é um tipo de mapa que costuma ser utilizado em projetos, pois identifica os principais elementos de um processo. A sua estrutura permite uma visão geral

de como funciona o processo ao reunir as informações dos: Fornecedores (*Suppliers*), Entradas (*Inputs*), Processos (*Process*), Saídas (*Outputs*) e Clientes (*Customers*).

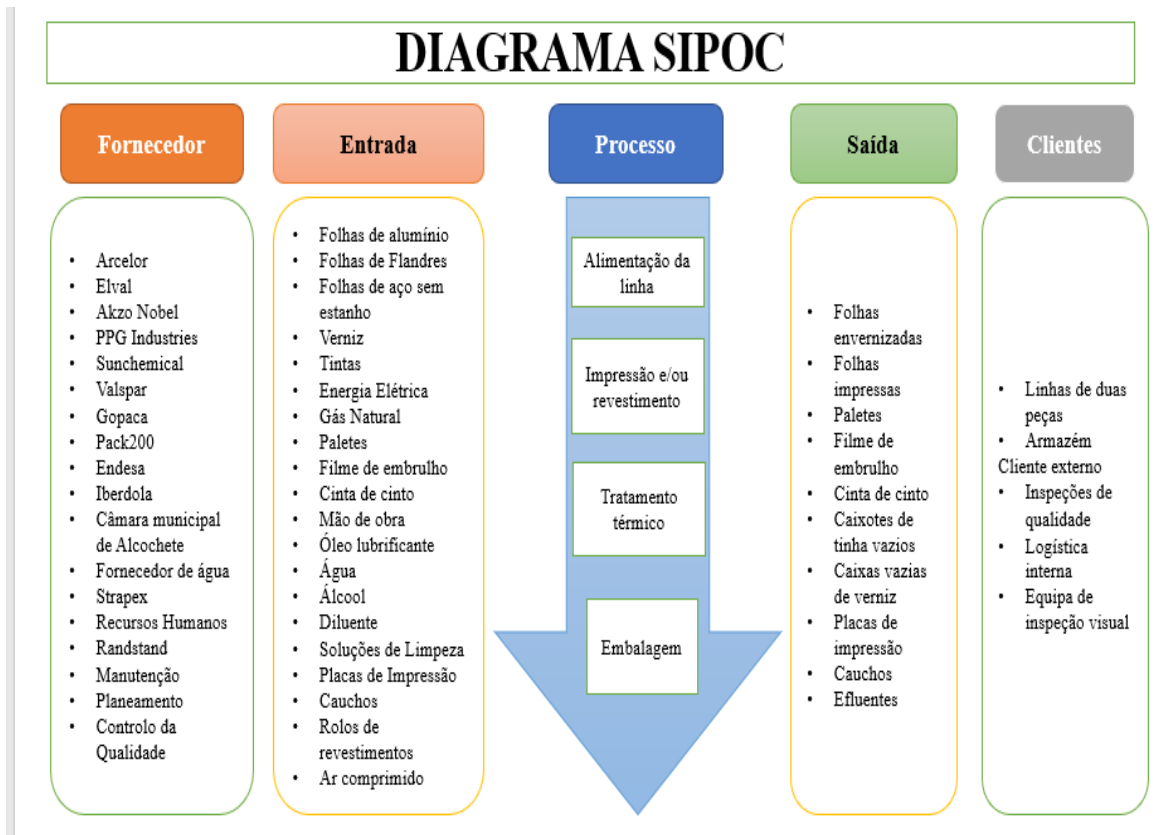


Figura 15: Diagrama de SIPOC.

4.3- Fase da Medição

Os dados que devem ser recolhidos, dependem das medidas de desempenho que se pretende analisar. Para tal, é necessário definir um plano de recolha de dados, e a métrica a utilizar para cada medida de desempenho.

Não deve ser escolhida uma métrica que não possa ser medida ou, que seja muito difícil de ser medida. Medições imprecisas levam a análises erróneas, que geram desperdício de tempo e dinheiro.

O planeamento da recolha de dados utilizou a ferramenta de estratificação, por meio da qual se estabeleceram os critérios abaixo:

- Ponto do Linha – Medir os pontos críticos de ocorrências;
- Tipo de Folha ou metal - Medir o tipo de folha (Al, FF e TFS) com maiores ocorrências;
- Equipa - Perceber a equipa com maiores ocorrências de desperdício;

-Turno - Perceber qual dos 3 turnos tem maior ocorrências.

Os anexos 3 e 4, são exemplos de como eram feitas as recolhas de dados efetuados, de forma a se perceber os pontos acima mencionados.

4.4- Fase de Análise

A fase A (Analisar) do ciclo DMAIC, tem como principal objetivo encontrar a origem do problema e, dessa forma, passa assim a fazer-se a análise da origem dos problemas de forma pormenorizada, referentes à linha de produção ilustrada na figura 16.

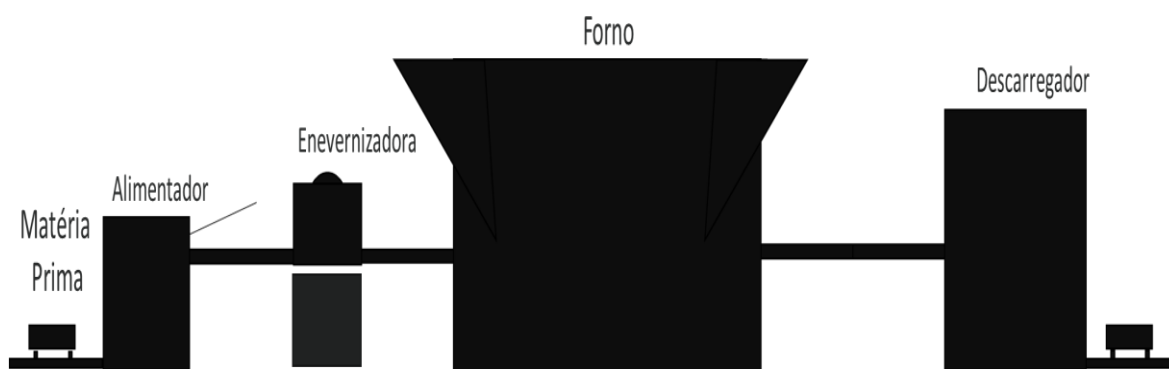


Figura 16: Esquema da linha de produção

A partir dos dados recolhidos na fase anterior, foi elaborado o diagrama de Pareto a fim de averiguar quais os pontos críticos da linha de produção, que são mais relevantes. Desta forma, estes pontos são responsáveis por 80,1% e 83,8% dos desperdícios nas envernizadoras 2 e 6 respetivamente, como se mostra nas Figuras 17 e 18.

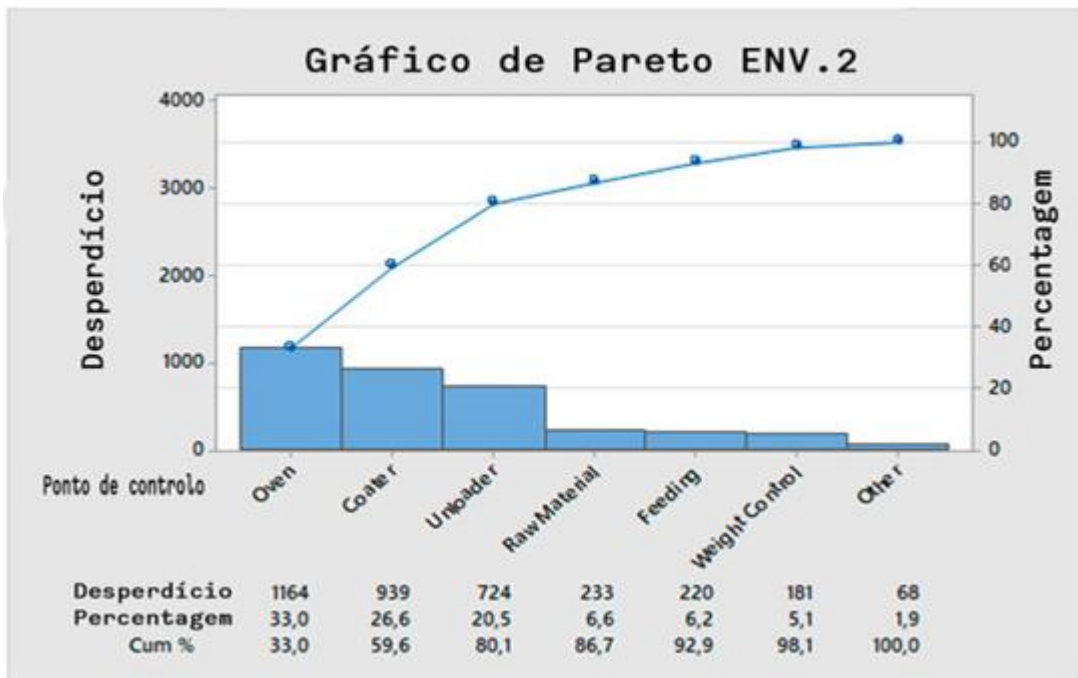


Figura 17: Diagrama de Pareto da envernizadora nº 02

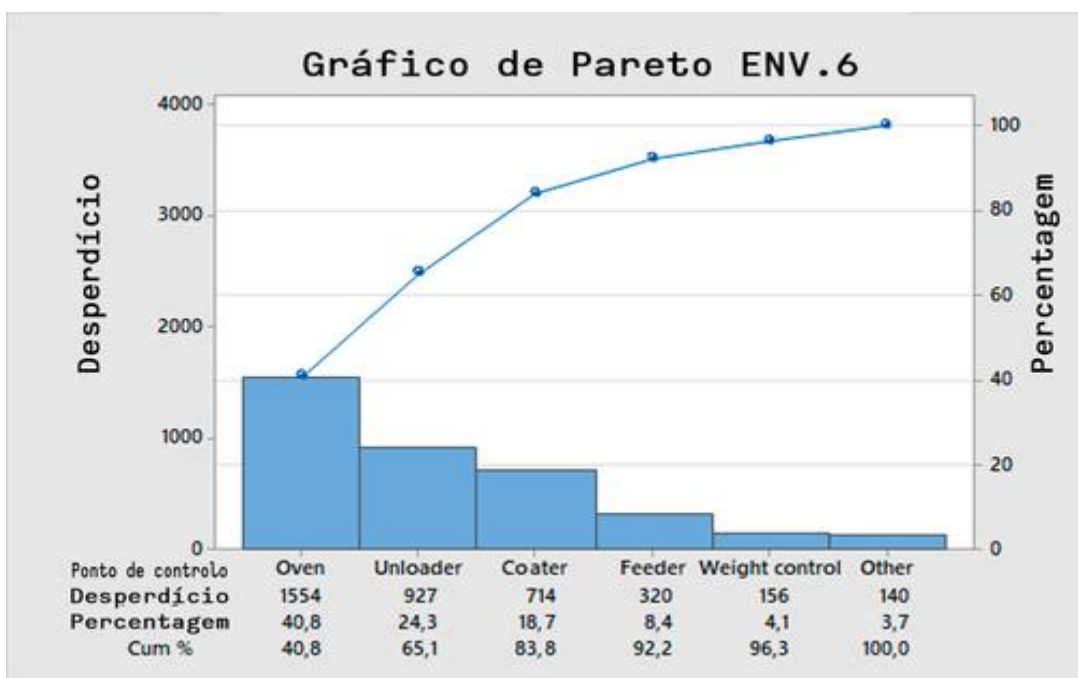


Figura 18: Diagrama de Pareto da envernizadora nº 06

Após a identificação dos pontos críticos e segundo o gráfico de Pareto, seguiu-se para a investigação da causa-raiz do problema. Para tal realizou-se um *brainstorming* que possibilitou o levantamento de causas potenciais, representadas nos diagramas de causa e

efeito ou *Fishbone* (também designadas por Diagramas de Ishikawa) para os 3 pontos críticos falta do processo, como mostram as tabelas 12, 13 e 14 e as Figuras 19, 20 e 21.

O método para listar as causas foi o diagrama de causa e efeito, pois a ferramenta facilita a ordenação das categorias, sendo divididas em seis grupos (Máquina, Método, Medida, Meio Ambiente, Material e Mão-de-Obra).

Os problemas foram analisados por categoria, permitindo melhor entendimento como estes afetam o processo, observou-se que as causas mais frequentes estavam nos métodos, máquinas e mão de obra. E estas causas levavam a ter-se folhas com cantos dobrados, folhas queimadas, folhas sujas, folhas coladas. As tabelas 12,13,14 e as figuras 19, 20, e 21 ilustram os problemas observados na análise do desperdício.

A Tabela 12 apresenta os problemas observados na análise do desperdício na mesa envernizadora.

Tabela 12: Causas dos desperdícios na mesa Envernizadora

Itens	Causas dos desperdícios na Envernizadora.	Consequências
Medidas	- Falta de <i>Standards</i> definidos para trocas de formatos;	
Material	- Folhas com defeitos do fornecedor (Delta); - Lâminas mal afinadas; - Dimensão do corte; - Folhas defeituosas da linha à montante; - Paletes inadequadas; - Imperfeição do rolo; - Diversos tipos de metal	
Pessoas/Mão de obra	- Falta de formação; - Falta de motivação - Falta de comunicação e/ou responsabilidade ao tema do desperdício; - Prêmios repartidos e percentagens equilibradas	
Máquinas	- Máquinas velhas; - Travão dinâmico; - Esquadros; - Encravamentos no descarregador; - Falta de manutenção preventiva.	
Métodos	- Falta de instrução de trabalho; - Falta de padronização; - Falha nos ajustes; - Falha no reposicionamento no rolo.	
Ambiente	- Amplitude térmica; - Chuvas.	

A figura 19 representa o diagrama Causa-efeito da envernizadora.

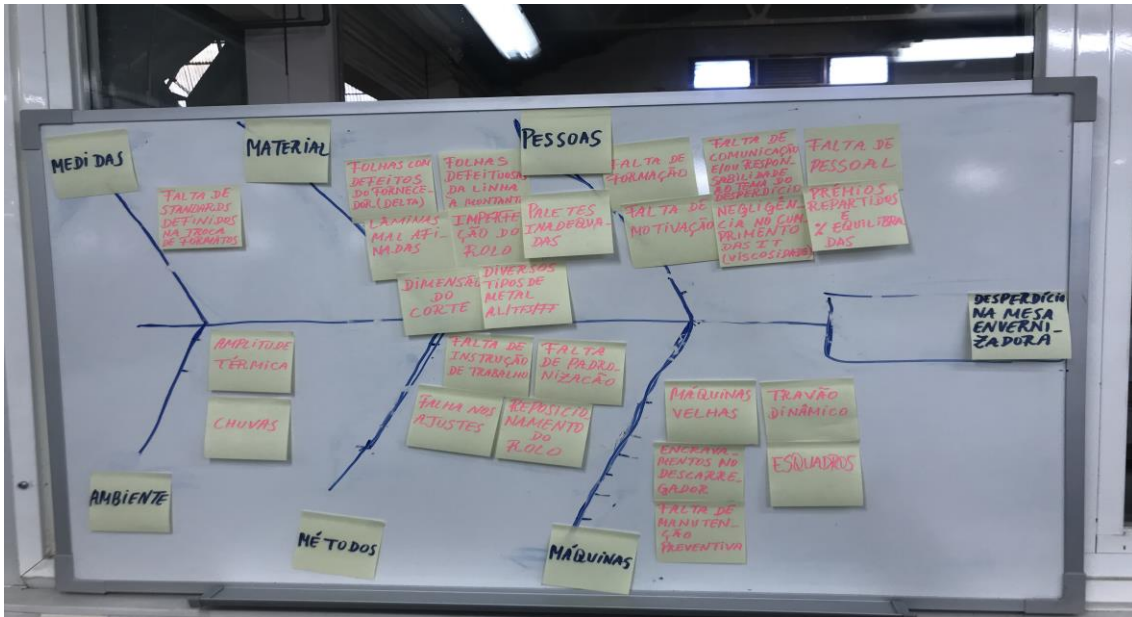


Figura 19: diagrama Causa-efeito da envernizadora

A Tabela 13 apresenta os problemas observados na análise dos desperdícios no forno.

Tabela 13: Causas dos desperdícios no forno

Itens	Causas dos desperdícios no forno.
Medidas	- Falta de standardização dos critérios de aceitação; - Falta de inspeção da folha à saída da estufa.
Material	- Folhas com defeitos do fornecedor (Delta); - Folhas defeituosas da linha à montante;
Pessoas/Mão de obra	- Falta de formação; - Falta de comunicação e/ou responsabilidade ao tema do desperdício;
Máquinas	- Máquinas velhas; - Arames tortos; - Estufa suja; - Arames sujos; - Travão dinâmico - Pico de temperatura dos queimadores - Encravamentos no descarregador; - Falta de manutenção preventiva.
Métodos	- Falta de instrução de trabalho; - Falta de padronização; - Mau posicionamento da folha em relação ao arame.
Ambiente	- Amplitude térmica; - Chuvas.

A figura 20 representa o diagrama Causa-efeito do forno.

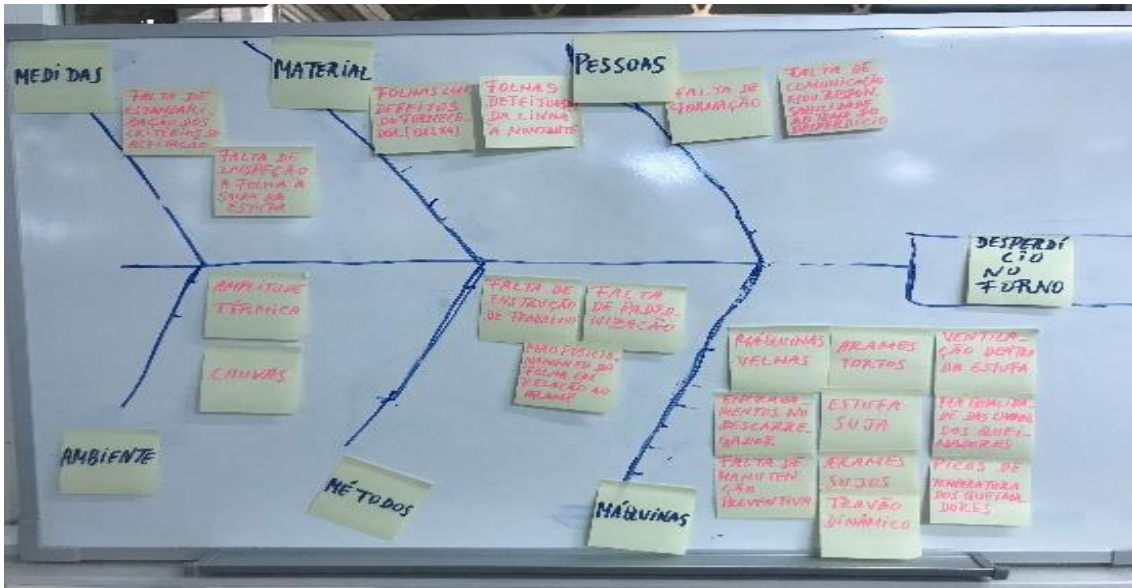


Figura 20: diagrama Causa-efeito do forno

A Tabela 14 apresenta os problemas observados na análise dos desperdícios no descarregador.

Tabela 14: Causas dos desperdícios no Descarregador

Itens	Causas dos desperdícios no descarregador.
Medidas	- Falta de <i>Standards</i> definidos para trocas de formatos; - Falta de standardização dos critérios de aceitação;
Material	- Folhas com defeitos do fornecedor (Delta); - Falta de material para calibração; - Folhas defeituosas da linha à montante;
Pessoas/Mão de obra	- Falta de formação; - Falta de motivação - Pressão para atingir os objetivos; - Rotatividade do pessoal; - Falta de adaptação na diferença de tecnologia.
Máquinas	- Máquinas velhas; - Falta de sensor que deteta folha dupla; - Arames tortos; - Pouco espaçamento entre os arames; - Mau posicionamento do sistema de vácuo; - Falta de manutenção preventiva.
Métodos	- Falta de padronização do trabalho; - Falta de instrução de trabalho.
Ambiente	- Amplitude térmica; - Falta de organização do espaço.

A figura 21 representa o diagrama Causa-efeito do descarregador

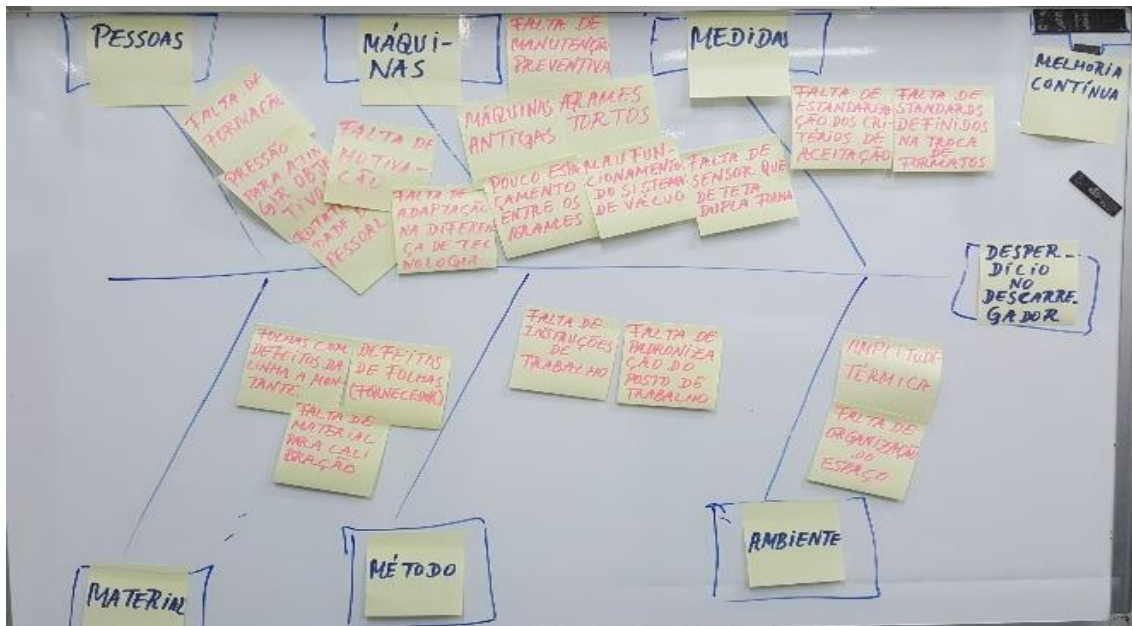


Figura 21: Diagrama Causa-efeito do descarregador

De seguida, será tratado cada ramo exibido no diagrama de causa-efeito das Figuras 19, 20 e 21.

Meio ambiente: A presença de altas temperaturas e de chuva, dificultam de certa forma o trabalho, deixando algumas vezes o chão escorregadio, daí podem advir vários problemas.

Material: A qualidade do material utilizado, vindo da Delta tem influência na performance da linha envernizadora, ou seja, se o material apresentar problemas funcionais/dimensionais, poderá ser detetado na receção do produto, utilização ou em produto final.

Métodos e Medidas: A falta de padronização e instrução de trabalho atualmente a estas linhas envernizadora, tem causado muitos problemas, uma vez que as linhas envernizadoras estão preparadas para receberem componentes diferentes, existe a dificuldade de se obter uma montagem totalmente boa em cada fase da linha.

O ramo métodos inclui o *standard* de trabalho, este é uma instrução de trabalho que descreve a sequência das operações a efetuar para conseguir realizar uma tarefa, destacando os controlos de qualidade para cada operação. Decidiu-se assim, colocar uma instrução por cada posto de trabalho.

Mão-de-obra: A tarefa repetitiva e/ou rapidez do processo, são fatores que influenciam a montagem dos componentes. Por norma, os operadores fazem rotação laboral de 8 em 8 horas. A falta de formação contínua e motivação dos mesmos, tem

contribuído para o aumento do desperdício, os colaboradores devem estar conscientes que são responsáveis pela qualidade, e que o defeito não deve passar ao posto seguinte, porém, nem sempre cumprem com isso.

Máquina: Numa primeira análise dos pontos da linha, constatou-se a existência de vários arames tortos e queimados, esta situação conduzia a vários encravamentos da linha e também causava sujidade nas folhas.

A questão que se colocava era porque é que o problema existia e como é que se poderia solucionar? Nada é perfeito e a perfeição não existe, é a resposta imediata. Entretanto, orientou-se a substituição de alguns arames e a manutenção preventiva, verificou-se que se estes estiverem de acordo as especificações de funcionalidade, obtém-se bons resultados.

4.5-Fase da Melhoria

A fase M (Melhorar) do ciclo DMAIC, pretende encontrar soluções de melhoria para as causas-raiz detetadas na fase anterior, e avaliar o efeito da aplicação das mesmas no panorama em estudo.

Esta etapa iniciou-se com reuniões de apresentação das prioridades das causas-raiz aos integrantes da equipa no processo e, a seguir uma outra etapa de *brainstorming*, para identificação de soluções de melhoria.

As oportunidades de melhorias propostas envolvem vários departamentos da fábrica, o que acaba por tornar mais desafiante a implementação de algumas delas.

A validação das soluções pretende garantir a viabilidade da sua implementação em termos de recursos (quer seja humanos, financeiros, temporais, etc.), e assegurar que não entram em choque com outros planos de implementação a decorrer na litografia, após a verificação das oportunidades de melhorias, validaram-se as mesmas.

Após a validação das oportunidades definidas, o plano de melhoria foi elaborado com a atribuição de um responsável, com data limite de execução para cada oportunidade de melhoria válida. O Plano de Ação completo poderá ser consultado na matriz RACI (*Responsible, Accountable, Consulted, Informed*), apresentada no Anexo 5.

As implementações de melhorias foram as seguintes:

- 1- Instrução de Trabalho Visual colocada no descarregador, para solucionar as dificuldades com os rearmes e os ajustes das configurações do descarregador, como ilustra a figura 22.

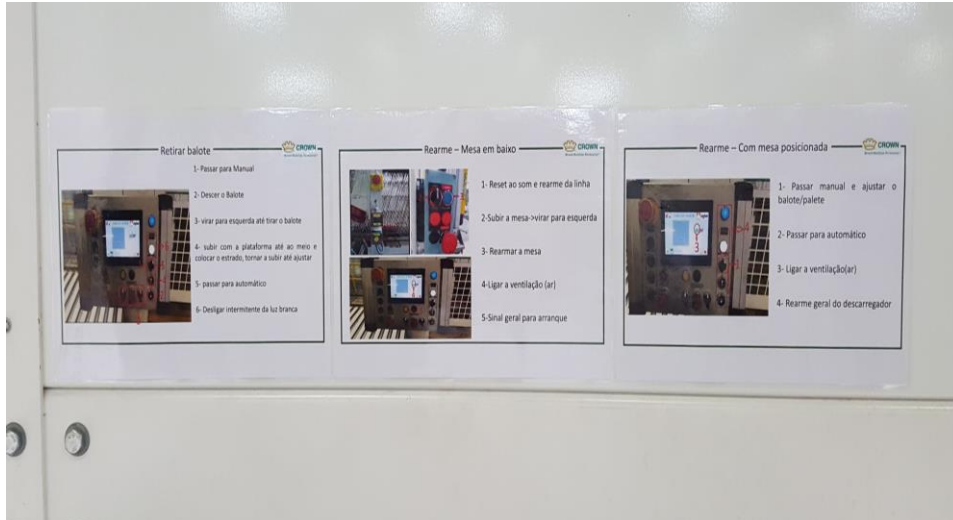


Figura 22: Instrução de trabalho visual do descarregador

- 2- O curso final da plataforma foi corrigido, e havendo ainda a necessidade de se criar uma gaveta na estrutura do descarregador, para remover as folhas caídas por causa dos encravamentos no descarregador, como ilustra a figura 23.

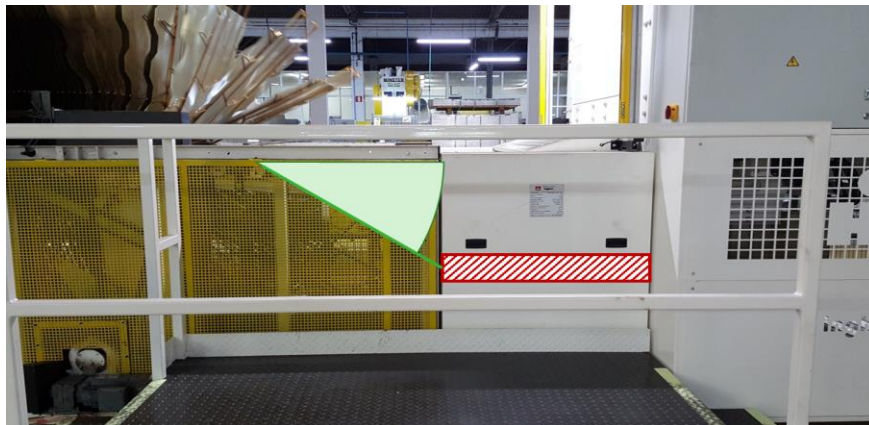


Figura 23: Curso final da plataforma

- 3- Substituição dos ajustes manuais dos servomotores;

Com este equipamento de ajuste automático, os operadores passaram a fazer os ajustes sempre que há mudança de formato, e todos eles fazem de forma padronizada.



Figura 24: Ajustes automáticos para mudança de formato

- 4- Incluiu-se um conjunto de réguas no *kit* de mudança de formato, eliminando assim a acumulação de verniz nas réguas à entrada do forno, como ilustra a figura 25.



Figura 25: Conjunto de réguas

- 5- Intervenção de manutenção anual no forno, para a reparação dos arames tortos, queimados, ou que apresentem outros danos;
- 6- Encerramento das ordens de serviços e o acompanhamento de todas as ordens de serviço abertas com a Logística, Qualidade;
- 7- Revisão dos planos de manutenção;

- 8- Revisão e correção dos componentes de tração do forno e transporte de folha (correntes, carretos, suporte de arames e arames);
- 9- Introdução de sistema automático de centragem de folha a entrada dos fornos;
- 10- Alteração da cintagem de balotes – desenvolvimento de cantoneiras em canto para substituir cantoneiras retas;
- 11- Desenvolvimento de um aplicador de cantoneiras (Considerado *Best Practice* dentro do grupo);
- 12- Controlo de desperdício por operador;
- 13- Sensibilização periódica sobre redução de desperdício – papéis tabuleiro refeiteiro (Considerado *Best Practice* dentro do grupo).

4.6- Fase do Controlo

Nesta última fase, a fase C do ciclo DMAIC, fez-se o controlo do projeto e dos parâmetros a ele associados, este controlo foi realizado através de reuniões de acompanhamento entre os elementos integrantes, de forma a compreender o estado da situação atual e dos principais indicadores definidos, estas reuniões aconteciam quinzenalmente de forma programada e extraordinariamente sempre que necessário. A partir destas reuniões, decidiu-se fazer o controlo por meio de gestão visual das cartas de controlo, que se explica de seguida.

4.6.1- Gestão Visual

A gestão visual consiste na utilização de meios visuais, que permitam conhecer instantaneamente qual a situação das operações, para se tomarem de imediato as decisões necessárias, de forma a se manter sempre estabilizado o processo.

Dentro da litografia criou-se um quadro onde constam, em forma de gráficos: os índices dos desperdícios; os pontos onde são causados; a distribuição do desperdício por equipas e posteriormente afixados num quadro físico, onde todos conseguem ter acesso a esta informação, de forma a conseguirem perceber a saúde do processo ou das linhas da litografia. A figura 26 mostra os gráficos que são afixados na litografia, de modo que o pessoal que trabalha em litografia, e não só, tivesse acesso a informação mensal do desperdício deste as suas causas e as equipas.



Figura 26: Gestão Visual Litografia

4.6.2- Cartas de controlo

As cartas de controlo, devem assumir limites superiores diferentes daqueles utilizados anteriormente, e manter os seus limites inferiores sendo fixados em 0,00407 para o UCL da envernizadora n° 2 0,00527, para o UCL da envernizadora n° 6, e 0 para o LIC para ambas as envernizadoras, tal como mostram abaixo as figuras 27 e 28, cartas essas que serviam para analisar ou controlar o desperdício nas envernizadoras.

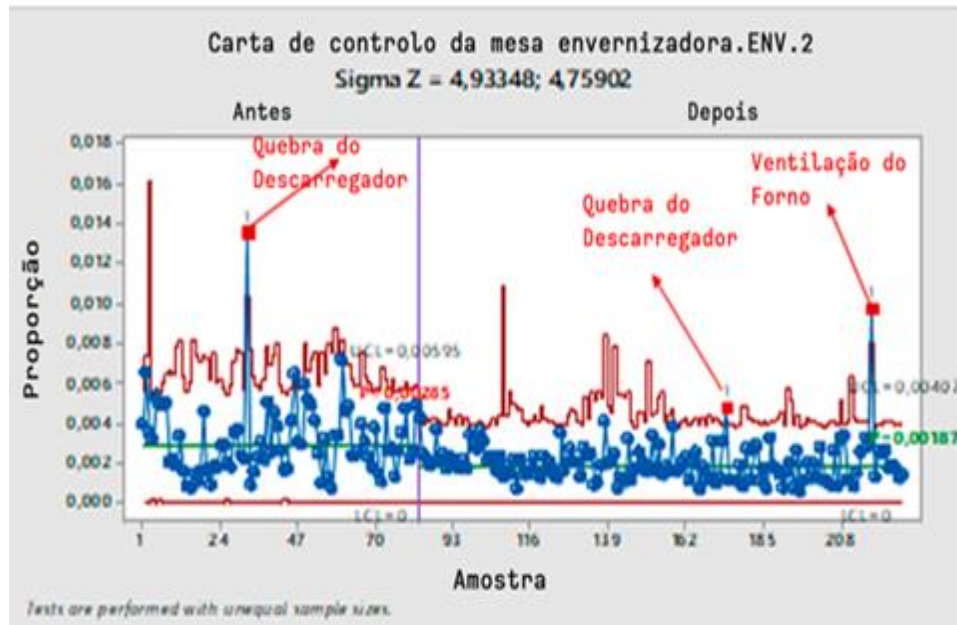


Figura 27: Carta de controlo da mesa envernizadora n°2

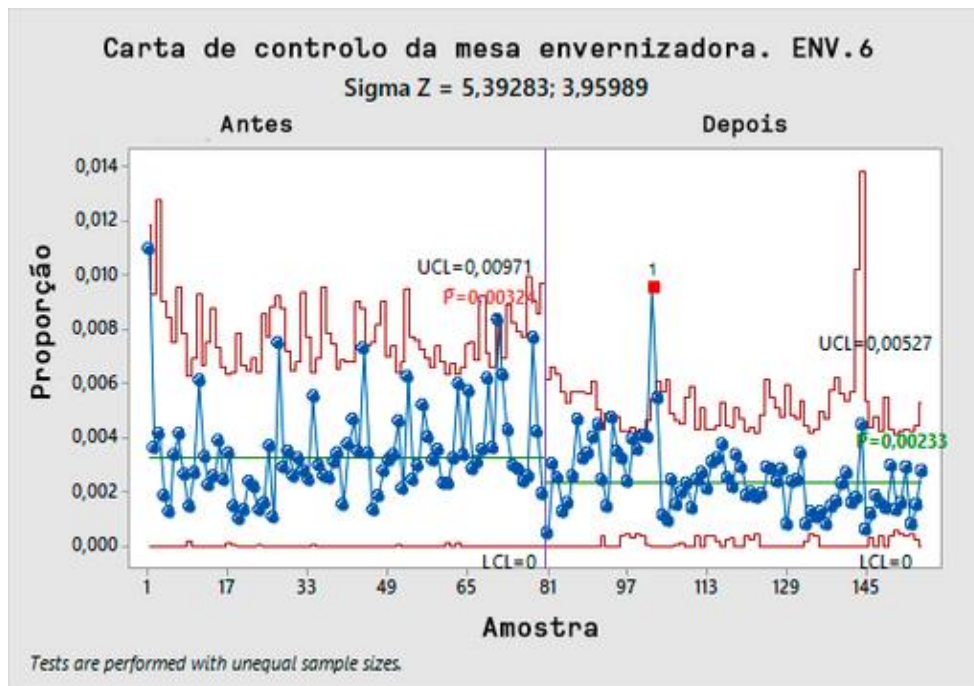


Figura 28: Carta de controle da mesa envernizadora nº2

4.7- Discussão dos Resultados

Na discussão dos resultados utiliza-se a ferramenta *Key Performance Indicators* (KPIs), para que se possa fazer análise crítica, face a realidade e os objetivos definidos, e mostrar a evolução e localização do desperdício analisado neste estudo de caso, para tal os indicadores em análise foram:

- Desperdícios;
- Eficiência das linhas de produção;
- Consumo do gás nas estufas.

As ações desencadeadas a partir da implementação da filosofia *Lean six sigma*, através do ciclo DMAIC, permitiram melhorar estes indicadores que afetavam negativamente o desempenho fabril.

Desperdícios

Ficou-se aquém do objetivo inicial, muito por influência de problemas elétricos ocorridos nas linhas de produção. Para um objetivo de 1.48% de desperdícios atingiu-se 1.81%, o que mesmo assim corresponde a uma redução de 14.6%.

A figura 29 e a tabela 15 ilustram a evolução do comportamento dos desperdícios de Outubro de 2018 à Agosto 2019, o estado inicial e final dos indicadores de desempenho medidos, ou *Key Performance Indicators* (KPIs), também como os objetivos estipulados no início do projeto.

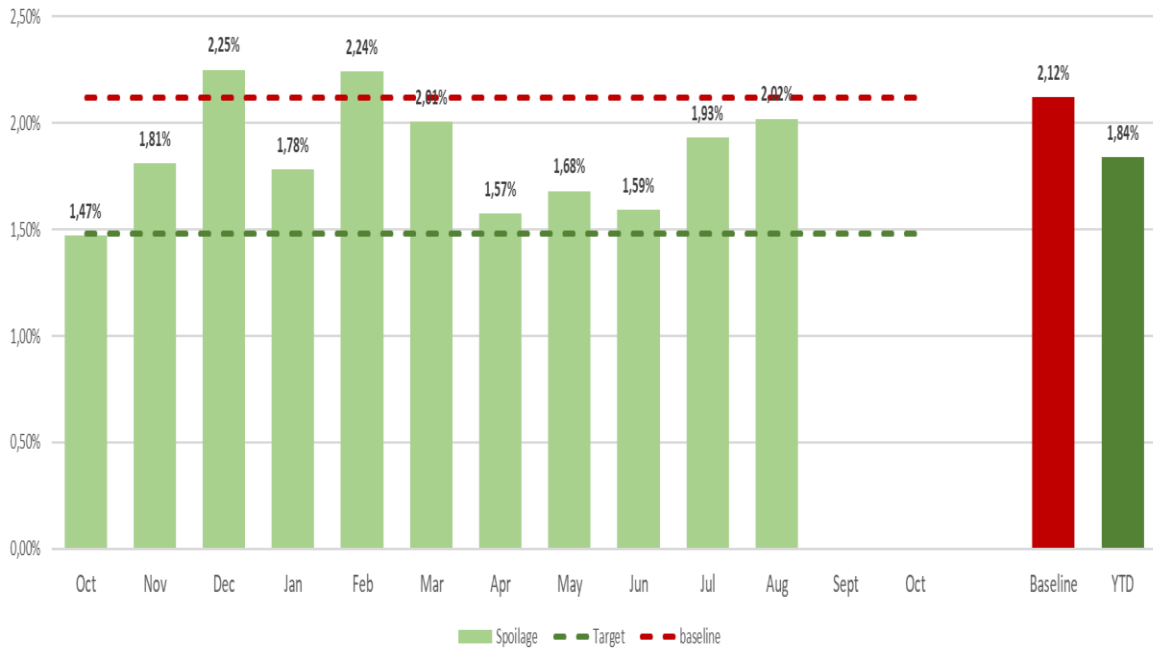


Figura 29: Evolução dos Desperdícios das Linhas de produção.

Tabela 15: Indicadores de Desperdícios

Desperdício			Redução do Projeto
Indicador inicial	Objetivo	Indicador Final	14,60%
2,12%	1,48%	1,81%	

Eficiência de linha

Com a resolução de muitos dos encravamentos nas linhas de produção conseguiu-se chegar ao fim do projeto, com um incremento de 6.2% de eficiência.

A figura 30 e a tabela 16 ilustram a evolução do comportamento da eficiência das linhas de produção, de Outubro de 2018 à Agosto de 2019, o estado inicial e final dos indicadores de desempenho medidos, também como o impacto do projeto.

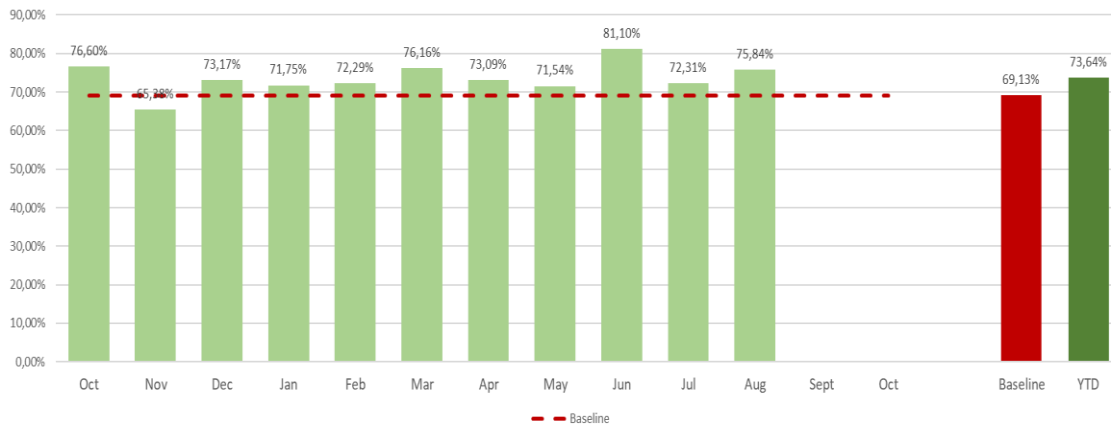


Figura 30: Evolução da Eficiência das Linhas de produção.

Tabela 16: Indicadores das eficiências das linhas de produção

Eficiências das linhas de produção		Impacte do projeto
Indicador Inicial	Indicador Final	6,2%
69,13%	73,64%	

Consumo de Gás nas Estufas

Com a redução dos encravamentos nas linhas de produção, passaram a trocar-se menos vezes a produção entre linhas de envernizamento, o que teve como impacto uma redução de 8.4% no consumo de gás por 1000 passes.

A figura 31 e a tabela 17 ilustram a evolução do comportamento do consumo do gás nas estufas de Outubro de 2018 à Agosto de 2019, o estado inicial e final dos indicadores de desempenho medidos, também como o impacto do projeto.

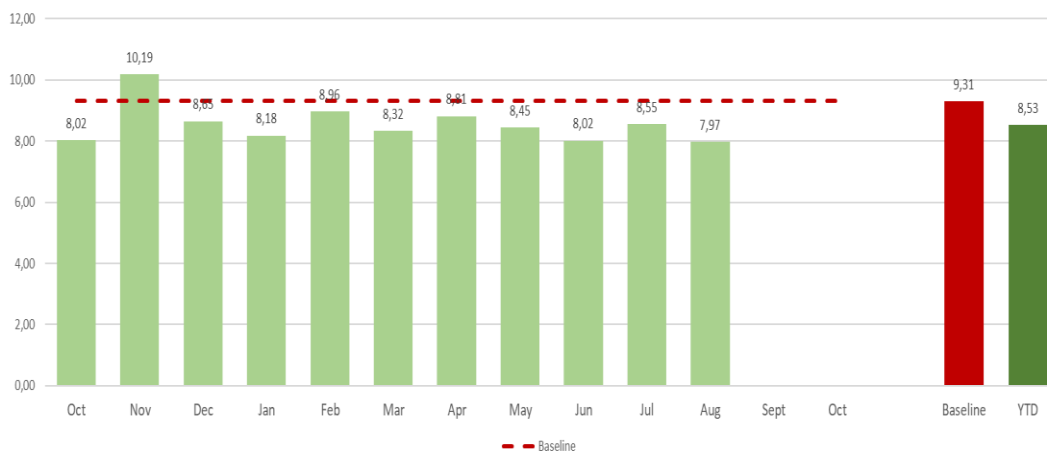


Figura 31: Evolução do Consumo de Gás nas Estufas

Tabela 17: Indicadores de consumo de gás nas estufas

Consumo de gás nas estufas		Impacte do projeto
Indicador Inicial	Indicador Final	-8,4%
9,31%	8,53%	

Capítulo 5: Conclusões e Trabalhos Futuros

Reflexões sobre o estágio realizado

De forma geral, este estágio profissional e nomeadamente o projeto por ele desencadeado, possibilitaram um aprofundar dos conhecimentos adquiridos no curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial (MEGI), e aplicá-los num contexto prático. Uma das competências, mais singulares deste curso é a resolução estruturada de problemas, uma ferramenta transversal a diversas áreas, desde as indústrias aos serviços.

Acredito que fica aqui patente a demonstração dessa competência num contexto prático, e numa área muito difícil e exigente como é a indústria alimentar.

O estágio também permitiu treinar e desenvolver algumas competências a nível pessoais, os *soft skills*, desde o relacionamento com pessoas, uma vez que ocorreu interação com pessoas de várias áreas, diferentes idades e nacionalidades, a gestão de conflitos e gestão de equipas também foram competências aqui desenvolvidas e que foram, muito enriquecedoras.

Conclusões

O presente trabalho surgiu da necessidade da CC & Seal de Portugal, em tornar os processos da litografia mais eficazes através da redução do desperdício de material. Achou-se que a abordagem mais adequada para essa finalidade de redução de desperdício de material seria a abordagem *lean six sigma*, com a aplicação do ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

Pode-se dizer que a utilização do ciclo DMAIC em conjunto com a metodologia *Lean six sigma*, deram uma estrutura de análise correspondente às necessidades deste projeto. As fases serviam de orientação no estudo, oferecendo as ferramentas mais adequadas para desenvolvimento de cada etapa.

As propostas de melhoria foram elaboradas como resposta às análises das principais causas dos problemas identificados. A recolha de dados da fase de medição fornece base para avaliação das características do sistema, a situação encontrada apresentava excessivos desperdícios de materiais, causando várias paragens das linhas, reduzindo assim eficiência das linhas e comprometendo o prazo de entrega.

Depois da deteção dos problemas e da implementação das melhorias, conseguiu-se melhorar os processos, sendo que o desperdício do material passou de 2,12% para 1,81% que representou 14,60% de redução do desperdício do material. Com a resolução dos problemas de encravamento das linhas conseguiu-se aumentar a eficiência das linhas de 69,13% para 73,64% que representou um aumento de 6,2% da eficiência.

Estas melhorias foram possíveis ou impulsionadas com a utilização das ferramentas do ciclo DMAIC, como: o digrama de Pareto, o diagrama de causa-efeito, cartas, o digrama de SIPOC, entre outros.

Trabalhos Futuros

O projeto realizado apresentou impactes relevantes na litografia, demonstrando ser uma resposta eficaz às necessidades de melhorias também para outras áreas, que se encontram em situações semelhantes.

Num futuro seria benéfico que a empresa implementasse este tipo de projeto de melhoria continua nas linhas EOE (linha de corte denominada dentro da fábrica) e 2 peças por serem áreas com altos desperdícios dentro da fábrica.

Bibliografia

Aboelmaged, M. G. (2010). Six sigma quality: a structured review and implications for future research. *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 27, n. 3, p. 268-317. [http:// dx.doi.org/10.1108/02656711011023294](http://dx.doi.org/10.1108/02656711011023294)

Andersson, R.; Eriksson, H.; Torstensson, H. (2006). Similarities and differences between TQM, six sigma and lean. *The TQM Magazine*, v. 18, n. 3, p. 282-296. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780610660004>

Australia and the UK, (January), 37–41. doi:10.1080/00207543.2014.948574

Bañuelas, R., Antony, J., Brace, M. (2005). *An Application of Six Sigma to Reduce Waste*. Quality and reliability engineering international.

Bañuelas, R., Antony, J., Brace, M. *An Application of Six Sigma to Reduce Waste*. Quality and reliability engineering international. 2005.

Breyfogle III, F. W.; Cupello, J. M.; Meadows, B. (2001). *Managing Six Sigma - A bottom-line success*. New York: John Wiley & Sons Inc..

Breyfogle III, F. W.; Cupello, J. M.; Meadows, B. (2001). *Managing Six Sigma – A practical guide to understanding, assessing and implementing the strategy that yields bottom-line success*. New York: John Wiley & Sons Inc.

Celis, O., García, J.(2012). *Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma*. Estudios gerenciales.

Celis, O., García, J.. *Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma*. Estudios gerenciales. 2012.

Cheng, C., Chang, P. (2012). *Implementation of the Lean Six Sigma framework in non-profit organisations: A case study*. Total Quality Management & Business Excellence.

Cheng, C., Chang, P. *Implementation of the Lean Six Sigma framework in non-profit organisations: A case study*. Companies, Inc., 2000. doi:10.1080/14767330701234002

Fleury, M. T. L.; Fleury, A. (2003). Estratégias Competitivas e Competências Essenciais: Perspectivas Para a Internacionalização da Indústria no Brasil. *Gestão e Produção*, v. 10, n. 2, p. 129-144. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2003000200002>

George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma - Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. USA: McGraw-

George, M. L. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Process Quality, Speed, and Complexity*. USA: McGraw-Hill Professional.

George, M. L. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to Nearly 100*

Gijo, E., Scaria, J., Antony, J. (2011). *Application of Six Sigma Methodology to Reduce Defects of a Grinding Process*. *Quality and Reliability Engineering Journal*.

Gijo, E., Scaria, J., Antony, J.. *Application of Six Sigma Methodology to Reduce Defects of a Grinding Process*. *Quality and Reliability Engineering Journal*. 2011.

Hill Professional.

Hoerl, R. (2004). One perspective on the future of Six-Sigma. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, v. 1, n. 1, p. 112–119.

Hoerl, R. (2004). One perspective on the future of Six-Sigma. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, v. 1, n. 1, p. 112–119.

Krijnen, A. (2007). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest* Lisboa: Prefácio - Edição de Livros e Revistas, Lda.

Kumar, M., Antony, J., Tiwari, M. (2011). *Six Sigma implementation framework for SMEs – a roadmapt to manage and sustain the change*. *International Journal of Production Research*..

Kumar, M., Antony, J., Tiwari, M. *Six Sigma implementation framework for SMEs – a roadmapt to manage and sustain the change*. *International Journal of Production Research*. 2011.

Management practices in manufacturing SMEs : a comparative study between manufacturer. *Action Learning: Research and Practice*, 4(1), 109–111.

Mast, J., Lokkerbol, J. (2012). *An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving*. *International Journal Production Economics*.

Mast, J., Lokkerbol, J. *An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving*. *International Journal Production Economics*. 2012.

Motorola and other top companies are honing their performance. The McGraw-Hill

Pande, P. S.; Neuman, R. P.; Cavanagh, R. R. (2000). *The Six Sigma Way - How GE, Motorola and other top companies are honing their performance*. The McGraw-Hill Companies, Inc.

Pande, P. S.; Neuman, R. P.; Cavanagh, R. R. (2000). *The Six Sigma Way - How GE,*

Pepper, M. P. J.; Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean six sigma. *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 27, n. 2, p.138-155. <http://dx.doi.org/10.1108/02656711011014276>

Pereira, Z. L. a., & Requeijo, J. G. (2008). *Qualidade: Planeamento e controlo estatístico de processos*: Lisboa: Prefácio - Edição de Livros e Revistas, Lda.

Pereira, Z. L. a., & Requeijo, J. G. (2008). *Qualidade: Planeamento e controlo estatístico de processos: practical guide to understanding, assessing and implementing the strategy that yields*

Raghunath, A., Jayathirtha, R. (2014). *Six sigma implementation by indianmanufacturing smes - An empirical study*. Academy of Strategic Management Journal. Volume 13.

Raghunath, A., Jayathirtha, R.. (2014). *Six sigma implementation by indianmanufacturing smes - An empirical study*. Academy of Strategic Management Journal. Volume 13.

Raghunath, A., Jayathirtha, R.. *Six sigma implementation by indianmanufacturing smes - An empirical study*. Academy of Strategic Management Journal. Volume 13. 2014.

Salah, S.; Rahim, A.; Carretero, J.A. (2010). The integration of Six Sigma and lean management. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 3, p. 249-274.

Satolo, E. G. *et al.* (2009). Análise da utilização de técnicas e ferramentas no programa Seis Sigma a partir de um levantamento tipo survey. **Produção**, v.19, n.2, p.400-416, 2009.

Shar, R.; Chandrasekaran, A.; Linderman, K. (2008). In pursuit of implementation patterns: the context of Lean and Six Sigma. *International Journal of Production Research*, v. 46, n. 23, p. 6679-6699.

Sheridan, J.H. (2000). *Lean sigma synergy*. *Industry Week*, v. 249, n. 17, p. 81-82.

Taylor, P., Kumar, M., Khurshid, K. K., & Waddell, D. (2015). *Status of Quality Tools for Improving Process Quality, Speed, and Complexity*. USA: McGraw-Hill Professional. Total Quality Management & Business Excellence

Usman, A., & Kontagora, N. M. (2010). *Statistical Process Control on Production: A Case Study of Some Basic Chemicals Used in Pure Water Production*. Pakistan Journal of Nutrition, 9(4), 387–391

Usman, A., & Kontagora, N. M. (2010). Statistical Process Control on Production: A Case Study of Some Basic Chemicals Used in Pure Water Production. Pakistan Journal of Nutrition, 9(4), 387–391

Vieira, S. (2014). *Estatística para a qualidade*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Vieira, S. (2014). *Estatística para a qualidade*. Rio de Janeiro: Elsevier.

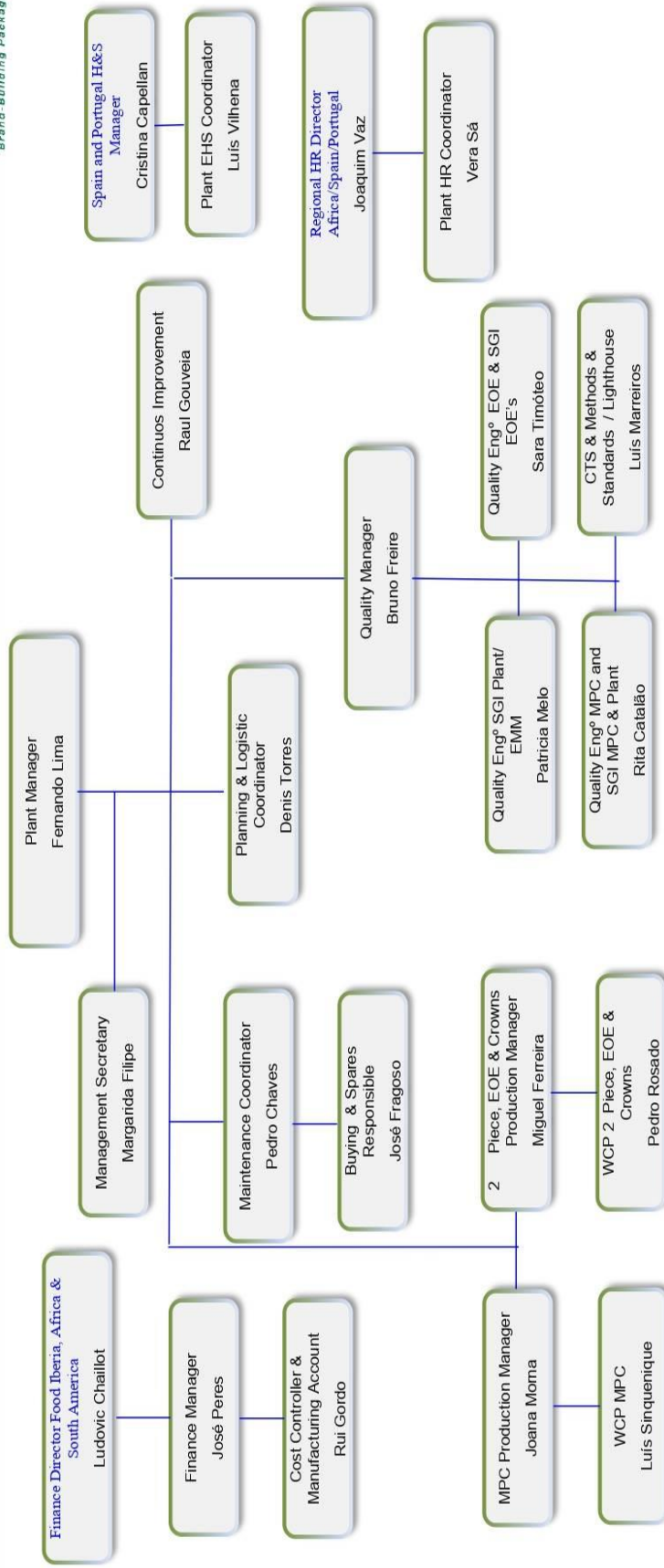
Werkema, C. (2006). *Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing*. Belo Horizonte. Editora Werkema.

Anexos

Anexo 1
Layout Crown Alcochete

Anexo 2
Organograma

FOOD IBERIA – Alcochete Plant



Anexo 3

Folha de apontamento do desperdício

Id	Semana	Dia	Linha	Forno	WD	Material	Dimensão	Espessura	Matéria Prima	Alimentação	Mixta/ Enxerretadora	Forno IV	Contr. Peso	Manufação	Descarregador	Total	Produção	Desp. %
11	3	25/04	7	1	51251109	AL	816x833	210	3	8	12			5		28	2960	1,4%
12	3	25/04	7	1	51485777	AL	816x824	210						12		12	465	2,6%
13	3	25/04	7	2	51118676	TF5	816x967	180	4					5		9	5500	0,2%
14	3	25/04	7	2	51155291	FF	816x967	180						3		3	2850	0,1%
15	3	25/04	7	2	51118449	FF	942x937	180				7	5			12	1130	1,1%
16	3	25/04	7	2	51257164	TF5	942x936	180	1					3	3	7	3470	0,2%
17	3	25/04	7	2	51118126	TF5	942x937	180		6				3		9	4480	0,2%
18	3	25/04	7	2	51118177	TF5	942x937	180								0	700	0%
19	3	25/04	7	3	51118177	TF5	942x937	180						6		6	2100	0,3%
20	3	25/04	7	3	51118169	TF5	942x937	180	11	11				15		39	11760	0,3%
21	3	25/04	7	3	51207280	FF	942x937	180						6		6	1450	0,4%
22	3	25/04	7	3	51518892	FF	816x966	160						12		12	1350	0,9%
23	3	26/04	2	1	51518446	AL	816x967	210		7	3					10	10890	0,1%
24	3	26/04	2	1	51492439	AL	816x833	210	1	2		7				10	16897	0,1%
25	3	26/04	6	1	51517216	AL	816x967	210	1	5						6	21500	0,6%
26	3	26/04	6	2	51517216	AL	816x967	210		3	3				37	45	3530	1,3%
27	3	26/04	6	2	51514766	AL	816x967	210					7		6	13	1215	0,1%
28	3	26/04	6	2	51514838	AL	926x851	210			1					1	6000	0,6%
29	3	26/04	6	3	51514838	AL	926x851	210	2	8	4	7			31	52	24400	0,4%
30	3	26/04	6	3	51495592	AL	816x824	210	4	5	9	9	4		54	85	4800	1,8%
31	3	26/04	5	1	51488100	AL	926x850	210	2					1		3	1227	0,2%
32	3	26/04	5	1	51488448	AL	926x850	210	6	10	8				12	36	10765	0,3%
33	3	26/04	5	1	51488664	AL	926x850	210						4		4	660	0,6%
34	3	26/04	5	1	51488472	AL	926x850	210						2		2	1290	0,2%
35	3	26/04	7	1	51518892	FF	816x966	160	2					3		5	1340	0,4%
36	3	26/04	7	1	51118169	TF5	942x937	180	3	1	6			24		34	8505	0,4%
37	3	26/04	7	2	51118169	TF5	942x937	180		5				10		15	9410	0,2%
38	3	26/04	7	2	51207280	FF	942x937	180						5		5	1439	0,3%
39	3	26/04	7	3	51118569	TF5	942x937	180		6	3			17	11	37	13990	0,3%
40	3	27/04	2	1	51491778	FF	942x937	180	1	7	23	2			8	36	27700	0,1%
41	3	27/04	2	2	51491778	FF	942x937	180	1		5	10			3	19	2390	0,6%

1.4 Anexo 4

1.5 Folha de apontamento da produção

Anexo 5
Matriz RACI

