



Projeto

Mestrado em Engenharia Mecânica Produção Industrial

***Seis Sigma aplicado à Análise de Defeitos na Indústria
de Calçado***

Paula Cristina da Silva Ferreira

Leiria, setembro de 2015



Projeto

Mestrado em Engenharia Mecânica Produção Industrial

***Seis Sigma aplicado à Análise de Defeitos na Indústria
de Calçado***

Paula Cristina da Silva Ferreira

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação da Doutora Irene Sofia Carvalho Ferreira, Professora da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e co-orientação do Doutor António Mário Pereira, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, setembro de 2015

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

“Só fazemos melhor aquilo que repetidamente insistimos em melhorar. A busca da excelência não deve ser um objetivo, e sim um hábito.”

Aristóteles

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Agradecimentos

A elaboração deste projeto só foi possível com o apoio e colaboração de várias pessoas, que direta ou indiretamente contribuíram para a sua elaboração, e a quem gostaria de expressar os meus agradecimentos.

Aos administradores da Sindocal, Indústria de Calçado, S.A. por me darem a oportunidade e confiança para realizar este projeto na empresa.

A todos os colegas da empresa, pela colaboração e apoio prestado durante a realização do projeto.

Aos Orientadores, Doutora Irene Ferreira e Doutor António Mário Pereira, por todos os conhecimentos transmitidos, orientação e apoio prestado ao longo de todo projeto.

Aos meus amigos e colegas de mestrado por toda a amizade, motivação e ajuda, ao longo da realização de todo o mestrado.

Ao Bruno pelo seu incentivo, compreensão, e apoio e por tornar possível a concretização de mais um objetivo.

A todos, muito obrigada!

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Resumo

A Indústria do Calçado é um setor de atividade com forte tradição em Portugal, assumindo particular relevo na economia nacional que sofreu mudanças significativas nas últimas duas décadas. Estas mudanças foram o reflexo do aumento da concorrência com o fim das barreiras ao comércio internacional e dos movimentos de deslocalização observados por parte de grandes grupos estrangeiros que detinham a sua produção no território nacional. O início da última década foi então marcado por fortes quebras no emprego e na produção e a indústria do calçado viu-se em processo de reestruturação.

Atualmente, é uma indústria com uma aposta crescente em produtos de qualidade e alto valor acrescentado e em fatores de inovação. Este facto exige a utilização de metodologias de melhoria contínua, como o Seis Sigma, que permitam melhorar a produtividade e a qualidade das empresas.

A presente tese de mestrado teve por objetivo identificar as variáveis que influenciavam o processo de análise de defeitos, propor melhorias para aumentar a produtividade do seu processo, e diminuir a percentagem de produtos defeituosos. Através da metodologia do Seis Sigma, foi possível identificar as causas para a elevada percentagem de defeitos de pele detetados, propor e implementar ações de melhoria de modo a obter a sua diminuição.

Palavras-chave: Seis Sigma, Melhoria Contínua, Calçado.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Abstract

The Shoe Industry is a sector of activity with a strong tradition in Portugal, taking on particular importance in the national economy that has undergone significant changes over the past two decades. These changes were the result of increased competition with the final barriers to international trade and relocation movements observed by big foreign groups that held its production in the country. The beginning of the last decade has been so marked by sharp falls in employment and production and the footwear industry was undergoing restructuring. Currently, it is an industry with a greater focus on quality products and high added value and innovation factors. This requires the use of continuous improvement methodologies such as Six Sigma, to improve productivity and quality of the companies.

This master's thesis aimed to identify the variables influencing the process of defect analysis, propose improvements to increase the productivity of your process , and decrease the percentage of defective products. Through the Six Sigma methodology, it was possible to identify the causes for the high percentage of detected skin defects, propose and implement improvement actions in order to get their decline.

Key-Words: Six Sigma, Continuous Improvement , Footwear

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice de Figuras

Figura 1: Variação da média do processo de 1,5 sigma (Ferreira,2013).....	7
Figura 2: Taxa do número de defeitos (DPMO) versus nível sigma do processo (Linderman, Schroeder e Zaheer, 2003).....	8
Figura 3: Instalações da Sindocal, S.A.	21
Figura 4: Modelos de calçado Militar, Segurança e Civil produzidos na Sindocal.....	22
Figura 5: Organograma geral da Sindocal.....	23
Figura 6: Solado.....	24
Figura 7: Corte superior do calçado.....	24
Figura 8: Palmilha de Montagem.	24
Figura 9: Forro que reveste internamente a parte superior que envolve o pé.....	25
Figura 10: Peças constituintes da parte superior que envolve o pé.....	25
Figura 11: Fluxograma do processo produtivo.....	26
Figura 12: Imagem do local do PI1.....	28
Figura 13: lustração da inspeção de peças de couro que constituem a parte superior do calçado no PI1.....	28
Figura 14: Imagem do local do PI2.....	28
Figura 15: Ilustração da inspeção da parte superior do calçado no PI2.....	28
Figura 16: Ilustração da inspeção do produto acabado no posto de inspeção 3.....	29
Figura 17: Imagem do local do PIC 3.	29
Figura 18: Fluxo do processo de inspeção da Sindocal.....	33
Figura 19: Entradas e Saídas do Processo de Inspeção.....	34

Figura 20: Diagram SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer)	35
Figura 21: Histograma com o valor do indicador da qualidade obtido mensal	39
Figura 22: Diagrama de Pareto com os defeitos obtidos no período de janeiro a dezembro de 2013 nos três postos de inspeção.	41
Figura 23: Layout da circulação do produto durante a produção	43
Figura 24: Análise da repetibilidade e da exatidão de cada inspetor	50
Figura 25: Diagrama de causa-efeito - análise de causas dos defeitos de pele	52
Figura 26: Gráfico circular com a percentagem dos defeitos naturais de pele (D01) obtidos em cada posto de inspeção durante o ano de 2013	55
Figura 27: Gráfico circular com a percentagem dos defeitos de pele estalada/rebentada/rasgada (D04) obtidos em cada posto de inspeção durante o ano de 2013	56
Figura 28: Gráfico circular com a percentagem dos defeitos de pele com fraca textura (D05) obtidos em cada posto de inspeção durante o ano de 2013	56
Figura 29: Direções do sentido de distensão de uma pele de animal	58
Figura 30: Direção do sentido de distensão das peças constituintes de um modelo de sapato produzido na empresa	58
Figura 31: Classificação por ordem decrescente das zonas de qualidade da pele	59
Figura 32: Classificação decrescente em termos da qualidade que as peças que constituem um modelo de calçado	60
Figura 33: Carta de Controlo p dos dados obtidos em 2014	64
Figura 34: Carta de Controlo p dos dados obtidos de janeiro a julho de 2015	64

Índice de Tabelas

Tabela 1: Principais objetivos, ferramentas e técnicas utilizadas em cada etapa DMAIC (adaptado de Ferreira, 2013; Weber, 2005).....	12
Tabela 2: Análise Balanced Scorecard para a seleção do projeto.....	32
Tabela 3: Voz do Cliente (VOC – Voice of the Customer).....	33
Tabela 4: Ficha de definição do Projeto.....	37
Tabela 5: Quantificação dos defeitos por tipo e origem e cálculo das percentagens relativas e acumuladas.....	40
Tabela 6: Análise da Repetibilidade	46
Tabela 7: Análise da Reprodutibilidade.....	47
Tabela 8: Análise da comparação entre o valor medido e o valor de referência em cada inspetor.....	48
Tabela 9: Análise Minitab de todos os inspetores versus a referência.....	49
Tabela 10: Plano de ações para eliminar as causas-raiz dos defeitos críticos do processo.	61

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de Siglas

APICCAPS – Associação Portuguesa dos Industriais de Calçado, Componentes, Artigos de Pele e seus Sucedâneos.

CTQ – “*Critical to Quality Characteristic*” - Características críticas para a qualidade

CTCP - Centro tecnológico do calçado de Portugal

CCR – “*Critical to Client Requirements*” - Requisitos Críticos para o Cliente

DFSS - “*Design For Six Sigma*” - Projeto Para Seis Sigma

DMADV- *Define, Measure, Analyze, Design, Verify/Validate*” - Definir, Medir, Analisar, Conceber, Verificar/Validar.

DMAIC - “*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*” – Definir, Medir, Analisar, Verificar, Controlar

DPMO – “*Defects per Million Opportunities*” - Número de defeitos por Milhão de Oportunidades

FMEA - “*Failure Mode and Effect Analysis*” - *Análise Modal de Falhas e os seus Efeitos*

MSA – Validação de sistema de medição

PI1 – Posto de Inspeção 1

PI2 - Posto de Inspeção 2

PI3 - Posto de Inspeção 3

PDCA - “*Plan, Do, Check, Act*” - Planear, Executar, Verificar, Atuar

SIPOC – “*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*” - Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas, Clientes

VOC - “*Voice of the Customer*”- Voz dos clientes

Índice

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABELAS.....	XI
LISTA DE SIGLAS.....	XIII
ÍNDICE.....	XV
1. INTRODUÇÃO.....	1
<u>1.1 OBJETIVOS.....</u>	<u>2</u>
<u>1.2 MOTIVAÇÃO.....</u>	<u>3</u>
<u>1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....</u>	<u>4</u>
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	5
<u>2.1 SEIS SIGMA.....</u>	<u>5</u>
<u>2.2 MÉTRICAS SEIS SIGMA.....</u>	<u>8</u>
<u>2.3 METODOLOGIA DMAIC.....</u>	<u>9</u>
<u>2.4 RESPONSABILIDADES DOS INTERVENIENTES NA METODOLOGIA SEIS SIGMA.....</u>	<u>16</u>
<u>2.5 FATORES DE SUCESSO PARA O SEIS SIGMA.....</u>	<u>16</u>
<u>2.6 LEAN SEIS SIGMA.....</u>	<u>19</u>
3. METODOLOGIA.....	21
<u>3.1 APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO.....</u>	<u>21</u>
<u>3.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO.....</u>	<u>24</u>
<u>3.3 CONTROLO DE QUALIDADE.....</u>	<u>27</u>
<u>3.3.1 DEFEITOS VISUAIS.....</u>	<u>27</u>
<u>3.3.2 INSPEÇÃO DO PRODUTO EM CURSO DE PRODUÇÃO.....</u>	<u>28</u>
<u>3.3.3 INSPEÇÃO DO PRODUTO ACABADO.....</u>	<u>29</u>
4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC.....	31
<u>4.1 DEFINIÇÃO – 1ª FASE DMAIC.....</u>	<u>31</u>

4.1.1 SELECÇÃO DO PROJETO.....	31
4.1.2 ENTENDER O CLIENTE/ VOZ DO CLIENTE (VOC).....	32
4.1.3 DEFINIÇÃO DO PROCESSO.....	33
4.1.4 GERIR O PROJETO.....	36
4.1.5 APROVAR O PROJETO	37
4.2 MEDIÇÃO – 2ª FASE DMAIC.....	38
4.2.1 RECOLHA DE DADOS E ANÁLISE DO INDICADOR DE QUALIDADE/ PERCENTAGEM DE DEFEITOS...38	38
4.2.2 OBSERVAÇÃO DIRETA DO PROCESSO.....	42
4.2.3 ANÁLISE DO SISTEMA DE MEDIÇÃO POR ATRIBUTO.....	43
4.2.3.1 Procedimento	44
4.2.3.2 Análise da repetibilidade de cada inspetor (Within Appraisers)	45
4.2.3.3 Análise da reprodutibilidade (Between Appraisers).....	46
4.2.3.4 Exatidão – Comparação de cada inspetor com a referência (Each Appraiser vs Standard).....	47
4.2.3.5 Exatidão – Comparação dos resultados de todos os operadores com a referência (All Appraisers vs Standard).....	49
4.2.3.6 Conclusão da Análise do Sistema de Medição por Atributo.....	49
4.2.4 PERCENTAGEM DE DEFEITOS DE PELE DETETADOS POR PARES DE CALÇADO INSPECIONADOS	50
4.2.5 CÁLCULO DA CAPACIDADE / NÍVEL SIGMA (Z).....	51
4.3 ANÁLISE – 3ª FASE DMAIC.....	52
4.4 MELHORIA – 4ª FASE DMAIC.....	57
4.4.1 PELE FORNECIDA NÃO CONFOME.....	57
4.4.2 CORTE DE PEÇAS EM PELE COM SENTIDO DE DISTENÇÃO ERRADO.....	57
4.4.3 CORTE DE PEÇAS EM PELE EM ZONAS DO COURO ERRADAS DE APROVEITAMENTO DE PELE.....	59
4.4.4 CANSAÇO VISUAL DO INSPECTOR DO POSTO DE INSPEÇÃO 1.....	60
4.4.5 FALTA DE INFORMAÇÃO DO INSPECTOR DO POSTO DE INSPEÇÃO 1 (PIC 1).....	60
4.5 CONTROLO – 5ª FASE DMAIC.....	61
4.5.1 PERCENTAGEM DE DEFEITOS DE PELE DETETADOS POR PARES DE CALÇADO INSPECIONADOS.....	62
4.5.2 CÁLCULO DA CAPACIDADE / NÍVEL SIGMA (Z).....	62
4.5.3 CONTROLO ESTATÍSTICO DO PROCESSO - CARTAS DE CONTROLO PARA ATRIBUTOS.....	63
5. CONCLUSÃO.....	65
5.1 CONCLUSÕES DO PROJETO.....	65
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	66
BIBLIOGRAFIA.....	67
ANEXOS.....	71
ANEXO I – LISTA DE DEFEITOS	72
ANEXO II- DADOS OBTIDOS DO ESTUDO R&R.....	74
ANEXO III- REGISTO DE INSPEÇÃO DE PELE.....	76
ANEXO IV- FICHA DE REGISTO DE INSPEÇÃO	78

1. Introdução

A produção mundial de calçado, ao longo da última década, concentrou-se em países asiáticos conotados com mão de obra barata. Países como a Itália, Portugal ou Espanha, com larga tradição no setor de calçado e com uma produção conotada com imagem favorável em termos de design e moda, conseguem ainda manter-se entre os maiores exportadores mundiais devido a uma especialização direcionada para calçado de maior valor acrescentado, primordialmente calçado de couro.

A contração do consumo privado no mercado nacional e o insuficiente dinamismo dos mercados europeus criaram a necessidade da indústria nacional do calçado se reorientar estrategicamente. A aposta no *design* e na moda, a resposta rápida às solicitações dos clientes e a flexibilidade para produzir pequenas séries, alicerçada na modernização tecnológica, constituem fatores essenciais para que as empresas nacionais continuem a prosperar num contexto económico manifestamente adverso (APICCAPS, 2013).

A presente tese de mestrado consiste na elaboração de um projeto Seis Sigma numa indústria de Calçado. O sistema Seis Sigma centra-se na melhoria da qualidade, na redução do desperdício, na redução dos tempos de ciclo e na economia de custos.

A qualidade evoluiu muito nas últimas décadas, inicialmente, a sua principal tarefa era o controlo da conformidade dos produtos, até que surgiu o interesse pela organização da estrutura da empresa a fim de transmitir confiança aos clientes. O papel da função de qualidade ultrapassa a mera qualidade do produto para se interessar pelo desempenho da empresa. A introdução do método Seis Sigma traduz, em parte, esta evolução no sentido de uma mudança de ritmo no processo de melhoria da empresa (Courtois, Pillet & Martin-Bonnefous, 2007). A qualidade é a aptidão que os produtos e serviços têm para satisfazer as necessidades e expectativas do mercado. Reconhece-se cada vez mais o que a qualidade representa para a competitividade das empresas em mercados cada vez mais exigentes. A melhoria da qualidade, sob a forma de eliminação das falhas do produto ou serviço, torna-se cada vez mais um meio importante de melhorar a produtividade. Assim permite fidelizar os

clientes, diminuir os custos de produção, suprimindo as despesas suplementares causadas pela não qualidade, e reduzir os custos de garantia e do serviço pós-venda (Courtois, Pillet & Martin-Bonnefous, 2007). Na perspectiva de Courtois (2007), os problemas de não qualidade são geradores de ocorrências aleatórias de produção tais como os *stocks* excessivos para poder substituir um produto com defeito; os atrasos nas entregas devido à necessidade de verificação da qualidade de um determinado lote; e a desmontagem de produtos acabados em caso de detecção de defeitos.

1.1 Objetivos

A organização da empresa em estudo, a Sindocal, foi pensada tendo em vista grandes encomendas, parte das quais executadas para *stock* e focalizadas num leque de produtos com pouca variação. Esta realidade tem vindo a mudar, sendo que atualmente a empresa depara-se com um *mix* de grandes, médias e pequenas encomendas e uma variedade maior de produtos para as quais a empresa não está totalmente adaptada, o que leva não só a problemas de produtividade, como também maior dificuldade em atingir os níveis de qualidade esperados. Por outro lado, no mercado competitivo atual as exigências a nível de preços levam a que a empresa tenha uma menor margem de negociação, pelo que todos os ganhos, na redução dos custos produtivos são importantes.

Nos postos de inspeção de qualidade da Sindocal, SA, verifica-se uma grande quantidade de devoluções e rejeições de peças em pele de calçado provenientes de defeitos de matéria-prima (pele natural) e defeitos originados pelas máquinas/operadores. Esta elevada percentagem de defeitos e reposições provocam um aumento de horas de retrabalho diminuindo a produtividade. Deste modo o objetivo deste projeto consiste em identificar a variabilidade que influencia o processo de análise de defeitos, propondo melhorias para a classificação dos defeitos de modo a evitar reposições de peças mal classificadas, com vista a reduzir o tempo de análise, custos relacionados com a sucata e consequentemente a melhoria dos indicadores da qualidade.

Para atingir o objetivo proposto acima, pretende-se:

- Identificar as variáveis que influenciam o processo de análise de defeitos, recorrendo a ferramentas da qualidade;

- Atualizar e implementar a lista com a identificação de todos os defeitos prováveis de ocorrer, critérios de inspeção respectivos e um plano de inspeção com os itens a controlar por posto de inspeção.
- Avaliar e validar o sistema de medição, ou seja, os analistas dos postos de inspeção da qualidade do produto, para assegurar que os defeitos foram corretamente identificados.
- Propor e implementar melhorias no sistema de medição através da uniformização do processo de inspeção garantindo que todos seguem o mesmo método, utilizam do mesmo modo as mesmas ferramentas e sabem o que fazer quando confrontados com diversas situações.
- Controlar a implementação das ações de melhoria de modo a avaliar os resultados dos objetivos do projeto da tese.

1.2 Motivação

Em qualquer organização, o principal objetivo da gestão da qualidade é melhorar a qualidade dos seus produtos e serviços em benefício do cliente. Um dos requisitos essenciais da garantia da qualidade de um produto é o controlo que a empresa faz ao produto não conforme, de modo a impedir a sua utilização indevida. Podemos dizer que os defeitos são causados por: falta de *standards* ou maus procedimentos, máquinas e equipamentos, material não conforme, ferramentas inadequadas e finalmente pelo erro humano. Alguns desses erros humanos são por exemplo o esquecimento, a má comunicação, a identificação errada, a falta de experiência ou de rigor, a distração e a falta da normalização.

A empresa em estudo, tem obtido nos últimos anos, um aumento significativo de defeitos detetados durante a inspeção dos seus produtos produzidos, que conseqüentemente dão origem a reposições, provocando assim um aumento de custos da não qualidade e diminuição da produtividade devido às horas não produtivas e as horas de retrabalho e consumo excessivo de matéria-primas. Deste modo, foi selecionado um projeto Seis Sigma para melhorar o processo de análise de defeitos no calçado produzido.

1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado em cinco capítulos:

- No primeiro capítulo é apresentada a introdução ao tema do projeto da tese de mestrado, incluindo a motivação e os objetivos que se pretende atingir. No segundo capítulo, é apresentado a revisão da literatura, que inclui um levantamento bibliográfico das metodologias e ferramentas que são utilizadas neste projeto.
- No terceiro capítulo, é descrito a metodologia adotada, apresentando assim o caso de estudo onde se desenvolveu todo o projeto de tese de mestrado.
- No quarto capítulo, é apresentada a metodologia DMAIC aplicada ao caso de estudo.
- No quinto capítulo, são apresentadas as conclusões e propostas de trabalho futuro e, por fim, é apresentada a bibliografia e anexos.

2. Revisão da literatura

Atualmente, face ao mercado competitivo em que as empresas se encontram, é cada vez mais usual a aposta em programas de melhoria da qualidade. A qualidade é identificada como a aptidão que os produtos e serviços têm para satisfazer as necessidades e expectativas do mercado. Os métodos utilizados para gerir e garantir a qualidade dos produtos e serviços têm evoluído substancialmente ao longo dos anos, aumentando a sua eficácia de modo a adaptarem-se às exigências crescentes do mundo dos negócios (Ganhão & Pereira, 1992). O Seis Sigma é uma metodologia que tem como foco a melhoria dos processos, identificando e eliminando as causas que levam o processo a variar ao longo do tempo, gerando defeitos (Seta – Desenvolvimento Gerencial), e é a metodologia utilizada neste projeto. Neste capítulo será apresentado uma revisão da literatura sobre a metodologia Seis Sigma, descrevendo os conceitos e ferramentas que são utilizadas neste projeto.

2.1 Seis Sigma

O seis sigma é uma abordagem global ao desempenho industrial e aos serviços prestados aos clientes. É utilizado para melhorar o desempenho dos processos, produtos e serviços através da redução da variação, baseando-se num conjunto de métodos, ferramentas estatísticas e planos para observar e gerir as variáveis críticas do processo, bem como a relação entre elas (Pinto, 5ª Edição). Pode assumir várias formas, nomeadamente, uma filosofia da qualidade que visa a satisfação total do cliente; um indicador de desempenho (o z do processo que deve atingir o nível seis) que permite determinar a posição da empresa em matéria de qualidade; um método de resolução de problemas que permite reduzir a variabilidade dos produtos; uma organização das competências e das responsabilidades dos recursos humanos da empresa e um modo de gestão pela qualidade que se apoia fortemente numa gestão por projeto (Courtois, Pillet & Martin-Bonnefous, 2007).

Foi desenvolvido pela empresa norte-americana Motorola, em 1986, para resolver o crescente aumento de reclamações relativas às falhas no produto dentro do período de garantia (Barney, 2002). A metodologia seis sigma tornou-se na estratégia central da Motorola, e em 1988 foi a primeira empresa a ganhar o Prémio Nacional da Qualidade Malcolm Baldrige, aumentando o interesse por parte de outras organizações em adotar esta metodologia. Empresas como a Allied Signal, IBM e General Electric, adotaram o Seis Sigma como um requisito corporativo para as operações estratégicas e táticas para produzir resultados de alto nível, melhorar processos de trabalho, ampliar as competências dos trabalhadores e mudança cultural (Aboelmaged, 2010).

Apesar de se verificar na literatura algumas definições de diferentes perspectivas do Seis Sigma, esta metodologia pode ser definida em termos de negócios e estatísticos (Aboelmaged, 2010).

Em termos de negócios, o Seis Sigma é uma estratégia de melhoria de negócios usada pelas empresas para melhorar continuamente as suas atividades de modo a poderem aumentarem a satisfação dos seus clientes (Aboelmaged, 2010).

Em termos estatísticos, Seis Sigma é uma métrica do processo de medição simbolizada pela letra grega “ σ ”, que representa a quantidade de variação para uma distribuição normal. É utilizada para descrever a capacidade de um processo cumprir com as especificações, e quanto maior o número de Sigma, menor a variabilidade do processo. Considerando que a variabilidade é sinónimo de incerteza, risco e ocorrência de potenciais defeitos, pode-se concluir que os processos com muita variabilidade possuem uma maior probabilidade de produzir produtos fora da especificação do cliente (Marques, 2012). O objetivo do seis sigma não é de contar os defeitos do processo, mas o número de oportunidades dentro do processo que podem resultar em defeitos que podem causar problemas de qualidade e que podem ser eliminados antes de serem transformados em defeitos (Aboelmaged, 2010).

O produto resultante do processo pode apresentar um ou mais tipos de defeitos, cada tipo de defeito pode ser considerado crítico, pode constituir uma oportunidade de defeito que por sua vez corresponde a uma característica crítica para a qualidade (CTQC – Critical to Quality Characteristic) desse produto (Marques, 2014). Uma etapa chave em qualquer projeto de melhoria seis sigma, é determinar exatamente os requisitos do cliente e depois definir os defeitos em termos de características críticas para a qualidade (Linderman, Schroeder & Zaheer, 2003).

Quando a Motorola desenvolveu o conceito do seis sigma, com base na sua experiência, considerou como meta a atingir, para alcançar a qualidade 6σ , que um processo não poderia gerar mais de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (3,4 DPMO) e, que o processo estava sujeito a distúrbios que podiam causar desvios até $1,5\sigma$, relativamente à média estimada para o processo (Linderman, Schroeder & Zaheer, 2003). Na figura 1, é apresentado graficamente um processo centrado e um processo com variação $\pm 1,5\sigma$.

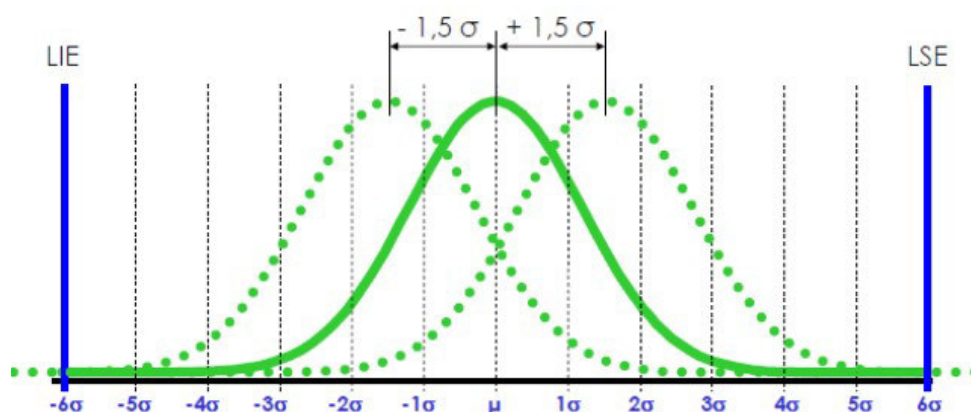


Figura 1: Variação da média do processo de 1,5 sigma (Ferreira,2013)

Para obter um resultado de 3,4 DPMO (nível 6σ), é exigido esforços de melhoria muito agressivos, pois é uma meta que vai muito além dos níveis normais de qualidade. Nem todos os processos devem operar no nível 6σ , o nível apropriado depende da importância estratégica do processo e custo da melhoria em relação ao benefício (Linderman, Schroeder & Zaheer, 2003). A figura 2 mostra a relação entre o valor do DPMO e o processo sigma assumindo uma distribuição normal.

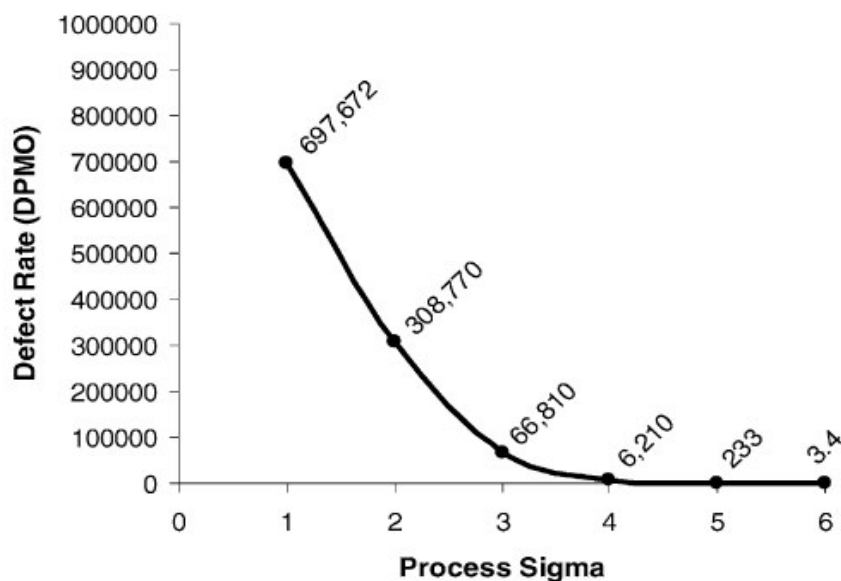


Figura 2: Taxa do número de defeitos (DPMO) versus nível sigma do processo (Linderman, Schroeder e Zaheer, 2003)

2.2 Métricas Seis Sigma

As métricas seis sigma são utilizadas para avaliar os níveis de desempenho de um dado processo, ou seja, permitem medir a qualidade, sendo associadas à medição da capacidade dos processos (Marques, 2012). A escolha da medida de desempenho está associada ao tipo de dado da característica crítica para a qualidade (CTQ) (Mergulhão & Martins, 2008). Duas das principais métricas do Seis Sigma são o Nível Sigma e o número DPMO.

O cálculo do Nível Sigma (Z) é dado pela equação 1, para um processo considerado centrado.

$$Z = \frac{LSE - LIE}{2\sigma} \quad (1)$$

O número de defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) é calculado através da equação (2), mas é possível converter o número de defeitos em ppm ou o DPMO no nível sigma do projeto, que apresenta a relação entre o número DPMO e o nível sigma, com e sem desvio de $1,5\sigma$ (Breyfogle & Forrest, 2003). Segundo Trusott (2003) referenciado em Marques (2012), o número de oportunidades para defeito equivale ao número de características críticas para a qualidade (CTCQ).

$$DPMO = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Defeitos}}{\text{Total de Oportunidades} * \text{Quantidade inspecionada}} * 10^6 \quad (2)$$

Contudo segundo Schmidt e Launsby (1997, referido em Breyfogle III, 2003), a relação entre o número DPMO e Nível Sigma considerando o desvio de $1,5 \sigma$ pode ser aproximada à equação (3).

$$\text{Nível Sigma} = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 * \ln(DPMO)} \quad (3)$$

Outra métrica que também pode ser utilizada é o índice de capacidade potencial do processo Cp é calculado através da equação (4) e é semelhante à equação (1), quando se considera um Nível Sigma de 6, o Cp obtem o valor 2 (Marques, 2012). Este índice permite expressar se o processo é capaz de produzir dentro das especificações.

$$Z = \frac{\text{LSE} - \text{LIE}}{6\sigma} \quad (4)$$

2.3 Metodologia DMAIC

Enquanto metodologia, o Seis Sigma é desenvolvido pela abordagem de projetos que promovem a melhoria dos resultados orgnizacionais através de uma sequência de fases, inspirada no ciclo PDCA, recorrendo a um conjunto de teorias, métodos, técnicas e ferramentas que auxiliam a tomada de todas as decisões respetivas ao desempenho das atividades de cada fase (Marques, 2012).

Os projetos seis sigma podem seguir duas metodologias compostas de cinco fases cada, a metodologia DMADV e a metodologia DMAIC. A DMADV é usada para projetos focados em criar novos desenhos de produtos e processos e é conhecida como DFSS ("*Design For Six Sigma*"), a metodologia DMAIC é usada para projetos focados em melhorar processos de negócios já existentes e é a metodologia aplicada no projeto em estudo (Marques, 2012).

A metodologia DMAIC encontra-se estruturada em cinco etapas para atingir a melhoria de processos. A primeira etapa é focada na compreensão do processo em análise do

ponto de vista dos clientes, fornecedores e operadores. A segunda etapa visa medir o desempenho atual do processo. A terceira etapa analisa os fatores que contribuem para o mau desempenho e variação do processo. A quarta etapa utiliza as saídas das etapas anteriores para definir, testar e operacionalizar as respectivas melhorias. A etapa final visa assegurar que as alterações são adoptadas e bem sucedidas (Knowles, Whicker & Femat, 2005). As etapas que constituem esta metodologia são: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. De seguida, descreve-se em que cada uma delas consiste.

- **Definir**

O processo DMAIC começa quando é identificado o problema. A etapa de definição ajuda a esclarecer do porquê que é um problema, antes de investir tempo e dinheiro no projeto (Brook, 2006). Esta etapa consiste em identificar os possíveis projetos utilizando os próprios clientes ou os colaboradores como fontes. Os projetos são posteriormente avaliados e seleccionados pela Direção/Gestão de topo, que utiliza os critérios de exequibilidade, análises de risco, impacto e retorno financeiro para evitar a sub-otimização dos recursos. É planeado e preparado o projeto onde se selecciona a equipa mais apropriada para o projeto, os recursos necessários e se estabelece o cronograma com as respetivas atividades de modo a se poder monitorizar o projeto para garantir os objetivos estabelecidos (Ferreira, 2013).

- **Medir**

A etapa de Medir visa estabelecer uma linha de base, em termos de desempenho do processo através do desenvolvimento de sistemas de medição claros e significativos (Brook, 2006). Após a identificação do problema na etapa anterior, é iniciado nesta etapa, a caracterização do processo, através da medição do ponto de partida do nível de resultados, dos problemas e da documentação do processo. Efetua-se o planeamento e recolha de dados, definindo quais as variáveis que devem ser medidas, como, por quem, quando e quais os equipamentos necessários, e de modo a garantir que os dados são reais, consistentes e independentes de quem mede, é validado o sistema de medição. O estado atual do processo é determinado através da medição da capacidade do processo (Ferreira, 2013).

- **Analisar**

Esta etapa analisa os dados para estabelecer os *inputs* do processo-chave que afetam as saídas do processo (Goal/QPC, 2002). Consiste em desenvolver e validar hipóteses sobre as fontes de variação e as relações causa-efeito (Ferreira, 2013).

- **Melhorar**

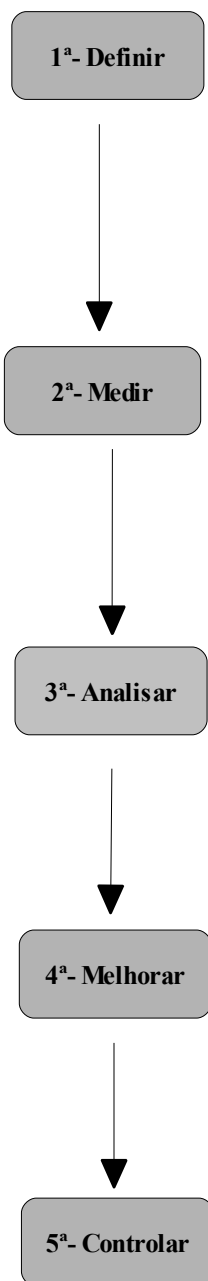
A etapa de Melhorar tem como objetivo desenvolver, selecionar e implementar as melhores soluções (Brook, 2006). Após a identificação das causas raiz do problema, são equacionadas as soluções para a sua resolução/eliminação, definindo quais as soluções mais adequadas para a resolução eficaz do problema, implementando as soluções e avaliando a sua eficácia. Após a resolução do problema, é generalizado os métodos definidos por forma a prevenir a reincidência desse problema ou de problemas similares (Ferreira, 2013).

- **Controlar**

A etapa de Controlar é a última etapa da metodologia DMAIC e tem como objetivo garantir que as soluções que foram implementadas sejam incorporadas no processo, para que as melhorias perdurem após o projeto encerrar (Brook, 2006). Esta etapa consiste deste modo, em controlar o futuro estado de processo para se assegurar que quaisquer desvios do objetivo sejam corrigidos antes que se tornem em defeitos.

A metodologia DMAIC inclui o uso de um conjunto de técnicas e ferramentas que, apesar de serem utilizadas noutros movimentos da Qualidade, são implementadas de acordo com a metodologia sistemática e orientada para o processo. A tabela 1 resume os principais objetivos, técnicas e ferramentas utilizadas em cada uma das etapas.

Tabela 1: Principais objetivos, ferramentas e técnicas utilizadas em cada etapa DMAIC (adaptado de Ferreira, 2013; Weber, 2005)

ETAPAS DMAIC	DESCRIÇÃO /OBJETIVOS	TÉCNICAS E FERRAMENTAS MAIS UTILIZADAS
 <p>1ª- Definir</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir o problema <ul style="list-style-type: none"> - validar a importância do projeto, - constituir a equipa responsável, - elaborar o projeto - identificar as principais necessidades dos clientes/consumidores. - compreender as falhas e as áreas de melhoria mais urgentes. - definir as características críticas para a qualidade (CTQCs). 	<p>Balanced Scorecard, Custos da não qualidade, Voz do cliente, SIPOC (<i>Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Costumers</i>), Planeamento do Projeto, Ficha de definição do projeto, Matriz de responsabilidades, Análise de Stakeholders, Plano de comunicação de resultados.</p>
<p>2ª- Medir</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Medir o defeito <ul style="list-style-type: none"> -determinar a localização ou foco do problema, usando dados existentes - identificar os problemas prioritários - estabelecer a meta de cada problema prioritário. - verificar se os dados existentes são suficientes e adequados - analisar e validar o sistema de medição, caso necessário. 	<p>Estatística descritiva dos dados, Métodos para recolha de dados, Métricas Lean, Planos de Amostragem, Validação dos Sistemas de medição, Estudo da capacidade actual dos processos</p>
<p>3ª- Analisar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar os dados <ul style="list-style-type: none"> - analisar o processo gerador do problema prioritário - identificar e priorizar as causas potenciais do problema prioritário - quantificar a importância das causas potenciais prioritárias. 	<p>Mapeamento do processo; Análise de valor; Os 7 desperdícios mortais; Brainstorming; 5 Porquês; Diagrama Causa e efeito; Diagrama de Pareto, Diagramas de afinidades; FMEA; Gráficos de tendências; Intervalos de confiança;</p>
<p>4ª- Melhorar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar o Processo <ul style="list-style-type: none"> - identificar soluções prioritárias - testar em pequena escala as soluções prioritárias - verificar se a meta foi alcançada - elaborar e executar um plano para implementar as soluções em larga escala. 	<p>Metodologia 8D, Matriz de hierarquização de soluções, FMEA, Desenho de Experiências, Estudos piloto.</p>
<p>5ª- Controlar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar o Processo <ul style="list-style-type: none"> - garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo. - avaliar o alcance da meta em larga escala - padronizar as alterações - transmitir os novos padrões - implementar um plano para monitorizar a performance e tomada de ações corretivas, caso surjam anomalias -sumarizar o trabalho e fazer recomendações. 	<p>Controlo estatístico do processo; Planos de Controlo; Trabalho padronizado; Testes de hipóteses; Relatório de encerramento do projeto.</p>

Descrevem-se de seguida em detalhe algumas das técnicas e ferramentas da metodologia DMAIC utilizadas neste projeto de estudo.

- **Balanced Scorecard**

É uma metodologia de medição e gestão de desempenho, que permite auxiliar uma empresa a executar a sua estratégia competitiva. Baseia-se em quatro perspectivas que reflectem a visão e estratégia empresarial: financeira, clientes, processos internos e a inovação e crescimento. O balanced scorecard permite conciliar e complementar a informação financeira com informação sobre os clientes, sobre os processos internos e sobre os recursos e infra-estruturas da empresa (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2011).

- **SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Costumers*)**

O Sipoc é uma ferramenta que é usada para documentar o processo a um nível elevado e apresentar visualmente o processo identificando os fornecedores, as entradas (*inputs*) dos produtos ou serviços recebidos pelos clientes, as ligações existentes no processo, os clientes, e as saídas (*outputs*) (GOAL/QPC, 2002).

- **Validação dos Sistemas de Medição (MSA)**

O sistema de medição é considerado uma das fontes de variação que influencia o sistema produtivo e deste modo pode afectar as características da qualidade do produto em produção. O sistema de medição é constituído pelas unidades do produto cujas características são medidas, pelo equipamento de medição, pelos operadores que efetuam as medições e pela própria metodologia utilizada na medição. A variabilidade do sistema de Medição deve ser bastante reduzida relativamente à variabilidade total do processo, de modo a que não se retirem ilações erradas sobre o desempenho do processo. A variabilidade proveniente do sistema de medição pode ser medida em termos da repetibilidade e da reprodutibilidade (R&R). A repetibilidade indica a capacidade de um equipamento, ou, de um mesmo operador fornecer, sob as mesmas condições de medição, resultados análogos durante a medição repetida de uma determinada característica da qualidade na mesma unidade de produto. A reprodutibilidade indica a variabilidade causada durante a medição de uma mesma

característica na mesma unidade de produto, mas alterando o operador ou o equipamento de medição (Pereira & Requeijo, 2008). A validação dos sistemas de medição (MSA) consiste na realização de uma série de testes concebidos que permitem a uma organização determinar se os seus sistemas de medição são fiáveis. Existem dois tipos de MSA, a escolha de qual se deve usar depende se os dados obtidos são do tipo variáveis aleatórias numéricas ou por atributo (dados binários, nominais e ordinais) (GOAL/QPC, 2002).

- **Diagrama de Causa-Efeito**

Este diagrama é utilizado no processo de análise de problemas e suas causas. Permite agrupar e visualizar as causas elementares dos problemas que afetam a qualidade de produtos ou serviços (Ganhão & Pereira, 1992). Cada uma das causas é posteriormente repartida em causas específicas. Trata-se de uma ferramenta de análise, normalmente usada em processos de brainstorming para a resolução de problemas.

- **Diagrama de Pareto**

A análise de Pareto é uma ferramenta de grande utilidade na análise de problemas e tomada de decisões. É também conhecida por análise ABC e por regra dos 80-20. Esta análise diz-nos que, para muitos fenómenos, 80% das consequências advêm de 20% das causas (Pinto, 5ª Edição). O Diagrama de Pareto corresponde a um gráfico de frequências, que apresenta a contribuição relativa de cada causa para o problema em análise. Deste modo visualiza-se mais facilmente as causas mais determinantes para a ocorrência de um determinado problema, e podem-se estabelecer prioridades de actuação, evitando perdas de tempo e recursos com causas que não têm tanta relevância (Pereira & Requeijo, 2008). Deste modo, as organizações podem orientar os seus esforços para o que é realmente importante.

- **Controlo Estatístico do Processo**

O controlo estatístico do processo permite monitorizar o comportamento do processo através de cartas de controlo estatístico, reduzir a variabilidade e determinar, a partir de estimativas dos parâmetros do processo, se este é capaz de produzir de acordo com especificações pré-definidas. Existem dois tipos de causas de fontes de variação que podem afetar o processo, as causas comuns e as causas especiais. As causas comuns são aleatórias e afetam o processo que está sob controlo estatístico, enquanto que as causas especiais são causas esporádicas que podem provocar variações superiores às das causas comuns e indicar

que o processo está fora de controlo estatístico. As cartas de controlo permitem detetar as causas especiais, prevenindo assim a ocorrência de produto não conforme e reduzir custos associados. As cartas de controlo podem ser de dois tipos, as variáveis e de atributos (Pereira & Requeijo, 2008). As cartas de controlo para variáveis são utilizados para controlar a variação do processo, quando a característica em estudo é uma quantidade mensurável, enquanto que as cartas de controlo para atributos, são utilizadas quando a informação recolhida do processo é apenas qualitativa do tipo “Passa/ Não passa”.

- **Plano de Controlo**

Um plano de controlo permite efetuar a monitorização do desempenho do processo e a tomada de ações corretivas caso surjam anomalias. Fornece uma memória institucional do estado do processo e das medições relativas a esse estado. Fornece a solução e a reparação atempada dos problemas que possam surgir no processo, e auxilia nas actividades de formação e de auditoria, tornando-se um documento vivo dentro do processo para sustentar as melhorias de processo (GOAL/QPC, 2002).

- **Trabalho Padronizado**

O trabalho padronizado consiste na uniformização dos processos e actividades, é um dos pilares da filosofia lean. Uniformizar a forma de trabalhar dos operadores, que todos cumpram as mesmas operações, com as mesmas ferramentas e segundo o mesmo modo operatório. Uma das maiores vantagens é a empresa poder ter processos mais previsíveis, redução de desvios e com consequentes menores custos. Os standards são então a base para a qualidade e para a melhoria contínua, tornando possível a produção lean. A normalização permite manter os ganhos alcançados e sobretudo não permitir que os processos retornem ao estado anterior. Os standards de trabalho nos processos devem abranger três aspectos: tempo de ciclo, sequência de trabalho e níveis de stocks intermédios. Para terminar, estes standards não significam formas rígidas de trabalhar, mas sim a melhor forma, a mais fácil, a mais segura e eficiente, conhecida até à altura, que muitas vezes é um conjunto das boas práticas existentes na empresa. Sempre que houver melhorias, estas devem ser introduzidas e teremos um standard melhor e alterado (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2011).

2.4 Responsabilidades dos Intervenientes na Metodologia Seis Sigma

Um projeto seis sigma requer a constituição de uma estrutura humana que represente uma equipa multidisciplinar com funções e responsabilidades atribuídas, cujos membros devem deter as competências adequadas, para assegurar que a metodologia seis sigma se torna enraizada na organização. A implementação e a gestão desta estrutura humana, devem atender à orgânica e dimensão específica de cada organização (Marques, 2014). Os principais intervenientes na metodologia seis sigma são os seguintes (Ferreira, 2013):

- **Sponsor ou Champion (Support Leadership)** - É frequentemente um membro da Gestão de topo da organização, ou dos processos em análise, e é responsável por providenciar os meios necessários à equipa para desenvolver o seu trabalho e melhorar a eficácia operacional da organização.
- **Master Black Belt (Technical Leadership)** – É um especialista na metodologia e ferramentas seis sigma. Treina os Black Belt e assegura que eles aplicam a metodologia e ferramentas adequadas.
- **Black Belt (Team Leader)** - O seu principal objetivo é orientar, executar e concluir os projetos DMAIC. Forma os restantes membros da equipa na metodologia e ferramentas seis sigma.
- **Green Belt (BackBone of Six Sigma)** – Auxilia o Black Belt nos projetos seis sigma que decorrem na área funcional a que pertence. Pode liderar pequenos projetos, geralmente na sua respetiva área de trabalho. São colaboradores treinados em Seis Sigma que passam uma parte do seu tempo em projetos, mas mantêm o seu papel e responsabilidades regulares no trabalho.
- **Stakeholders** – Todas as entidades com interesse no projeto seis sigma: Accionistas, Clientes, Fornecedores, Colaboradores, Sociedade.

2.5 Fatores de Sucesso para o Seis Sigma

Segundo Coronado e Antony (2002) e Kwak e Anbari (2006), os fatores essenciais de sucesso na implementação efetiva dos projetos Seis Sigma são os seguintes:

- **O compromisso e envolvimento da gestão** - a implementação de projetos Seis Sigma depende do compromisso e o envolvimento da gestão de topo, para obter os recursos, o tempo, o dinheiro e esforços de toda a organização necessários ao respetivo projeto;
- **A mudança cultural** - antes da implementação do projeto Seis Sigma as organizações devem compreender os desafios associados à mudança cultural tais como, a resistência dos funcionários, gestores seniores e clientes.
- **A comunicação** – a implementação do projeto requer ter um plano e canais de comunicação claros e abertos, para motivar todos os intervenientes a superar a resistência à mudança cultural e poder anunciar os resultados dos projetos, incluindo sucessos, obstáculos e desafios, que podem ajudar os projetos seguintes a evitar cometer erros similares e adoptarem as melhores práticas identificadas.
- **A infraestrutura organizacional** – Para implementar o seis sigma com alguma organização, é necessário que algumas características já se encontrem adoptadas como, uma boa comunicação, objetivos/estratégia a longo prazo e trabalho de equipa, além da existência de recursos e investimento suficientes.
- **O treino** – O treino é um dos fatores mais cruciais para o sucesso da implementação do seis sigma, pois permite que as pessoas com a formação adequada treinem o conhecimento adquirido e possam executar melhor a sua função aplicando e implementando efetivamente as técnicas de seis sigma.
- **Alinhar o projeto Seis Sigma com a estratégia da empresa** – O Seis Sigma não pode ser considerado como uma atividade autônoma, limitando-se apenas ao uso de algumas ferramentas e técnicas de melhoria da qualidade. Em cada projeto seis sigma deve haver sempre uma ligação entre o projeto e a estratégia de negócios da empresa, onde o impacto do projeto sobre o negócio se encontre claro em termos de financeiros. O objetivo da empresa é obter sempre lucro, o seis sigma torna os processos rentáveis através do combate à variabilidade nos processos inerentes ao negócio da empresa.
- **Alinhar o projeto Seis Sigma com os requisitos dos clientes** – O seis sigma deve estar conectado com os requisitos e expectativas do cliente.
- **Alinhar o projeto Seis Sigma com os recursos humanos** – Para a implementação do seis sigma, os objetivos do projeto devem ser adotados a nível individual para que o comportamento dos recursos humanos mude realmente a longo prazo.

- **Alinhar o projeto Seis Sigma com os fornecedores** – Para a implementação do seis sigma na empresa, é necessário que a empresa envolva os seus fornecedores neste projeto, que tenham uma participação direta nas entregas de produção da empresa. De uma forma geral, é normal as empresas possuam fornecedores diferentes afim de manter os custos reduzidos, mas pelo seis sigma, uma maneira de reduzir a variabilidade, é ter poucos fornecedores com níveis de desempenho Seis Sigma definidos.
- **Conhecimento das ferramentas e técnicas do Seis Sigma** – O conhecimento obtido das ferramentas e técnicas do seis sigma, é importante para que os intervenientes envolvidos no projeto seis sigma, sejam capazes de adotar e desenvolver a metodologia na empresa. Não existe nenhuma metodologia padrão para implementar o seis sigma na organização, e os envolvidos devem ter a capacidade de decidir quais as ferramentas e técnicas mais aplicáveis ao projeto selecionado.
- **Capacidade de gestão do projeto** – A capacidade de gestão dos líderes do projeto seis sigma são um dos fatores chave para o sucesso da implementação do seis sigma. A maioria dos projetos falham devido à má habilidade de gestão, para estabelecer uma agenda, estabelecer e manter regras básicas, determinar os papeis e responsabilidades nas reuniões, ou facilitar comportamentos indesejados. Os elementos chave para a gestão de projetos são: o tempo, os custos e a qualidade. Estes elementos devem ser definidos, para que a equipa do projeto tenha objetivos e recursos necessários para poder apresentar melhorias num curto espaço de tempo, com um menor custo e que possa cumprir com os requisitos necessários dos clientes.
- **Seleção e priorização do projeto** – A seleção e a prioridade dos projetos Seis Sigma é definida essencialmente no sentido da maximização dos benefícios financeiros para a organização. Assim desta forma, para o sucesso da implementação do seis sigma, os projetos devem ser selecionados de acordo com as metas e objetivos de negócio.

2.6 Lean Seis Sigma

Lean Seis Sigma é uma metodologia que se baseia nos métodos e ferramentas do Lean e do Seis Sigma. Esta metodologia permite alcançar mais rapidamente a taxa respectiva à melhoria da satisfação do cliente, da qualidade, da velocidade dos processos, e do retorno do capital investido pela empresa. Esta fusão Lean e Seis Sigma é necessária pois ambas as metodologias se complementam com as suas técnicas e ou ferramentas. O Lean não pode trazer um processo sob controle estatístico e o Seis sigma por si só, não pode melhorar drasticamente a velocidade do processo ou reduzir o capital investido (George,2010). O Lean tem como objetivos a redução de desperdícios, aumento de produtividade e agilidade do fluxo, e eliminação das atividades que não agregam valor a fim de reduzir custos, enquanto que o Seis Sigma tem o propósito da redução da variabilidade e o combate sistemático à produção de itens de baixa qualidade, reduzindo assim os custos (Pinheiro, Scheller & Miguel, 2013).

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

3. Metodologia

De acordo com os objetivos inicialmente estipulados relativamente à identificação da variabilidade que pode influenciar o processo de análise de defeitos, determinou-se que a metodologia de investigação mais apropriada a este projeto é o Caso de Estudo, recorrendo a técnicas de recolha de dados como a observação direta do processo, a análise de registos e consulta de documentos inerentes ao processo de inspeção e controle de qualidade de calçado. O método do Caso de estudo, é um tipo de análise qualitativa, é um método de investigação empírica em sociologia que consiste num exame intensivo de uma amostra particular, selecionada de acordo com um determinado objetivo, utilizando todas as técnicas disponíveis para obter uma ampla compreensão da amostra em estudo (Greenwood, 1963).

3.1 Apresentação do Caso de Estudo

O caso de estudo deste projeto de investigação foi desenvolvido na Sindocal S.A., uma empresa de fabrico e comercialização de calçado, que iniciou a sua atividade em 1977. A empresa está localizada na Benedita, no concelho de Alcobaça.



Figura 3: Instalações da Sindocal, S.A.

O tipo de calçado produzido em termos de utilização para o cliente final na Sindocal é do tipo: Militar (91%), Civil Clássico (7%) e Segurança (2%). A Figura 4 apresenta alguns modelos produzidos na Sindocal.



Figura 4: Modelos de calçado Militar, Segurança e Civil produzidos na Sindocal.

A capacidade nominal instalada na empresa é de 1250 par/dia. O seu sistema de produção é classificado como uma produção intermitente por encomenda e de pequenas e médias séries, segundo as quantidades fabricadas, o relacionamento com os clientes e a organização dos fluxos de produção.

Em 2013 a empresa empregava 92 trabalhadores, e a sua produção anual atingiu os 98922 pares, 60% dos quais destinados ao mercado internacional, para mercados como Angola e o Norte da Europa (França, Dinamarca, Holanda, Suécia).

A Sindocal encontra-se organizada de uma forma hierárquica, apresentando como topo a Administração seguida das Direções e das Secções que constituem a base da hierarquia. Esta organização pode ser visualizada através do organograma geral apresentado na figura 5. De seguida são descritas as Direções que constituem o organograma.

- Na Direção Administrativo/Financeira é onde é feita toda a gestão com clientes, fornecedores; gestão bancária e recursos humanos.
- A Direção Comercial é a responsável pelo contacto com os clientes, recebe os pedidos dos clientes (com todas as especificações) e com auxílio do Gabinete Técnico, é criado uma amostra, para o cliente aprovar.

- No Gabinete Técnico define-se o design do produto, os materiais e as operações necessárias. É ainda criada, a Ficha Técnica composta pelas matérias-primas necessárias por secção e os consumos das mesmas.
- A Direção da Produção com a Comercial, cria uma nota de encomenda e organiza a programação semanal ou mensal de fabrico com as quantidades a produzir de cada tamanho e prazos de entrega e as respectivas matérias-primas e exigências dos clientes.
- Na Direção da Qualidade e Ambiente, são controlados os defeitos através de registos diários e consequentes diagramas de Pareto mensais, e monitorizados os indicadores ambientais estabelecidos. É ainda responsável pela coordenação de todos os documentos e registos dos diversos sectores, de forma a que todos os componentes para a produção estejam de acordo com o que é exigido pelo cliente.

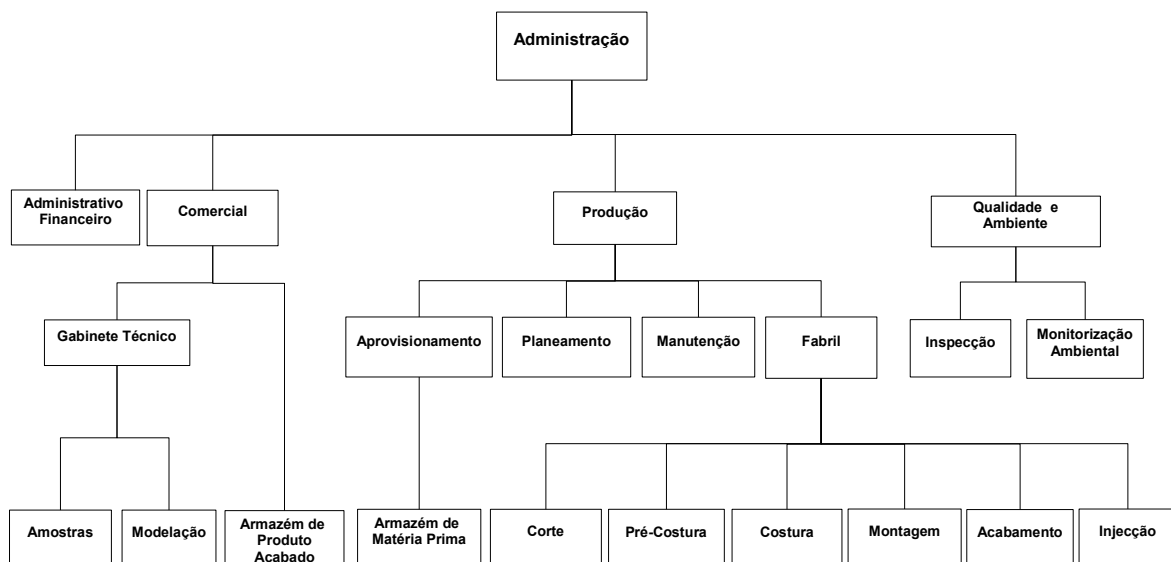


Figura 5: Organograma geral da Sindocal.

3.2 Descrição do Processo Produtivo

A produção de calçado é uma atividade bastante artesanal e exige ainda um volume elevado de mão de obra, apesar da utilização de diversas máquinas, como as máquinas de corte automático, facear, costura e montar. O tipo de calçado fabricado na Sindocal é formado principalmente por três partes: o corte, a palmilha de montagem e o solado. O corte é a parte superior do calçado (Figura 6), destinado a proteger e envolver a parte superior do pé, e varia consoante o modelo, o número, cores e materiais. O solado (Figura 7) é a parte inferior do calçado, que se interpõe entre o pé e o solo. A palmilha de montagem (Figura 8) é a parte do calçado que une o corte ao solado.



Figura 7: Corte superior do calçado.



Figura 8: Palmilha de Montagem.



Figura 6: Solado.

A emissão de toda a informação necessária à produção das encomendas que chegam à empresa, é efetuada através de ordens de fabrico. A cada secção é entregue uma ordem de fabrico, que apresenta a informação específica do produto a produzir com a informação da quantidade de pares a produzir, lista de materiais, as operações necessárias, ao cliente a que se destina e a data de entrega.

A produção de calçado na Sindocal caracteriza-se por um fluxo produtivo que apresenta cinco fases de fabrico: Corte, Pré-costura, Costura, Montagem e Acabamento.

Na secção de corte, efectua-se o corte das peças usalmente em couro que irão constituir a parte superior que envolve o pé, tais como: gáspea, talões, taloeira que se podem visulaizar na figura 9 e o forro na figura 10. Nesta secção as peças são colocadas em caixas de acordo com os lotes indicados na ordem de fabrico.

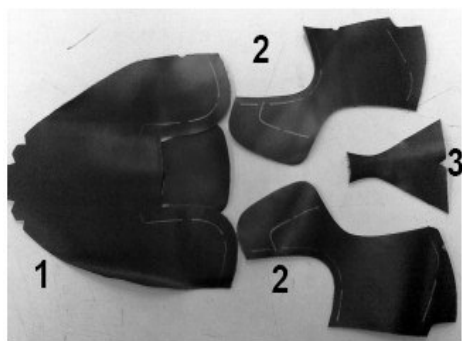


Figura 10: Peças constituintes da parte superior que envolve o pé.

Legenda:

1 – Gáspea

2 – Talão

3 - Taloeira



Figura 9: Forro que reveste internamente a parte superior que envolve o pé

Na secção de pré-costura, o produto é timbrado, excepto indicações contrárias, do cliente com a seguinte informação: - Ordem de fabrico; Referência; Tamanho. Ainda nesta secção o produto também é faceado e/ou igualizado, de modo a extrair uma parte da espessura da pele, para facilitar as operações posteriores de união e costura das peças anteriormente cortadas.

Na secção de costura, unem-se as peças preparadas anteriormente, colando as peças e cosendo-as através de máquinas de costura automáticas ou manuais, formando o corte superior do calçado.

Na secção da montagem, une-se o corte ao solado através da palmilha de montagem.

Na secção do acabamento, colocam-se atacadores e limpam-se manchas de colas ou outras sujidades visíveis de modo a deixar o calçado com a melhor aparência possível. Por fim embala-se o calçado.

O fluxograma do processo produtivo da Sindocal é apresentado na figura 11.

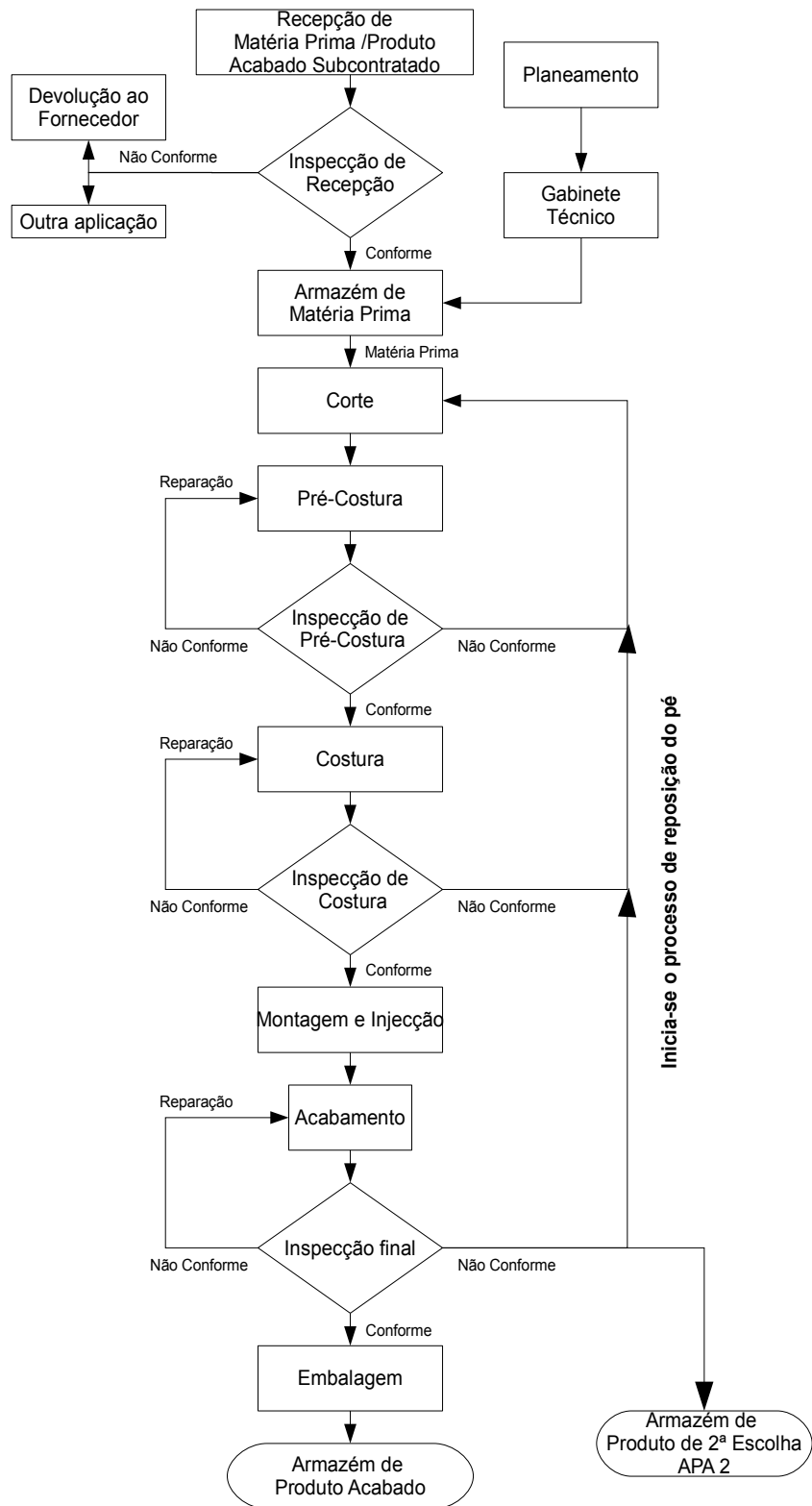


Figura 11: Fluxograma do processo produtivo.

3.3 Controlo de Qualidade

A Sindocal move-se em mercados cujas exigências de qualidade são normalmente muito rígidas e deste modo implementou um sistema de gestão da qualidade, tendo obtido a sua certificação pela norma ISO 9001. O sistema de gestão de qualidade implementado na Sindocal focaliza-se na obtenção da satisfação dos clientes e na melhoria contínua dos seus processos internos, visando uma maior eficácia e eficiência.

Com o objetivo de verificar o cumprimento das especificações e requisitos do produto acordado com o cliente, são realizadas inspeções nas fases do processo de produção e na fase de produto acabado. As inspeções são realizadas segundo planos de inspeção e ensaio, instruções de trabalho, listagem e codificação de defeitos, critérios de aceitação/rejeição definidos pela Direção de Qualidade.

3.3.1 Defeitos Visuais

Na Sindocal a verificação da qualidade do produto é feita através da deteção visual dos possíveis defeitos ou problemas decorrentes do processo de fabricação. Um defeito é qualquer não conformidade da unidade do produto que não cumpre com os requisitos ou exigência definida. Os defeitos visuais são aqueles defeitos que são passíveis de serem detetados a olho nú, sem o auxílio de qualquer equipamento de medida. Na Sindocal a deteção de defeitos no produto é feita com a ajuda de uma tabela de defeitos tipo, e segundo critérios de aceitação/rejeição estabelecidos por tipo de defeito, tendo como referência a amostra do produto e as indicações presentes na ordem de fabrico. Mensalmente são analisados os registos dos Postos de inspeção pela Direção da Qualidade e introduzidos num sistema informático existente para o efeito, sendo apresentado o resultado sob a forma de histogramas, que para além de gráficos de colunas contém também indicadores de qualidade. A análise permite que se tomem medidas (que podem ou não desencadear acções correctivas/ preventivas) a fim de melhorar o desempenho do processo.

A forma de avaliação de desempenho do Processo é dada pelo indicador de qualidade que traduz a percentagem de defeitos em relação ao n.º de peças, pés ou pares inspecionados consoante o posto de inspeção seja o 1,2 ou 3 respetivamente.

3.3.2 Inspeção do Produto em Curso de Produção

A inspeção em curso de produção é composta por dois postos de inspeção: um no final da secção de pré-costura (PI1) e outro no final da secção de costura (PI2).

No PI1 todas as peças constituintes da parte superior do calçado são inspecionadas em função da qualidade do material (maior ou menor esforço a que estão sujeitos), apresentação (cor, textura e pêlo), e se ficam mais ou menos visíveis quando montadas no calçado.



Figura 12: Imagem do local do PI1.



Figura 13: Ilustração da inspeção de peças de couro que constituem a parte superior do calçado no PI1.

No PI2, a inspeção é feita principalmente às costuras resultantes na união das peças da parte superior do calçado e à sobreposição das peças.



Figura 14: Imagem do local do PI2.



Figura 15: Ilustração da inspeção da parte superior do calçado no PI2.

O registo da inspeção em curso de produção e reposição de peças/pés é efectuado na Ficha de Registo de inspeção em Curso de Produção (ver anexo IV) pelas controladores da qualidade.

Após a inspeção, o estado de conformidade do produto em curso de produção é identificado da seguinte maneira:

- todas as caixas que contém produto conforme têm o papel de identificação de conteúdo assinado pelo controlador respectivo. As peças não conformes encontram-se a circular em caixas vermelhas.

3.3.3 Inspeção do Produto Acabado

Existe um posto de inspeção (PI3) no fim da secção de Acabamento, onde é efetuada a inspeção final do produto, o controlo é feito a 100%, ou seja, verifica-se a qualidade de cada par de calçado, inspecionando todos os defeitos possíveis de cada sector: corte; costura; montagem e solados, tendo como padrão a qualidade definida na amostra aprovada pelo cliente.



Figura 17: Imagem do local do PIC 3.



Figura 16: Ilustração da inspeção do produto acabado no posto de inspeção 3.

O registo da inspeção final é efectuado na Ficha de Registo de inspeção pelos controladores da qualidade. O modelo da Ficha de Registo de inspeção é o mesmo que é utilizado nos postos de inspeção 1 e 2 (ver anexo IV).

No caso de existir qualquer dúvida na identificação de uma não conformidade na inspeção efectuada, cabe à Direção de Qualidade autorizar ou não, o seguimento do produto. Após a inspeção, o estado de não conformidade do produto final é identificado da seguinte maneira:

- no caso de o produto estar não conforme, mas poder ser reparado é identificado com uma etiqueta de cor laranja e enquanto aguarda reparação, está num carro identificado com uma placa de “AGUARDA REPARAÇÃO”;
- no caso de o produto não poder ser reparado, é segregado da produção corrente, e considerado como 2ª escolha ou sucata, dependendo do defeito detetado.

O produto acabado só é expedido para o cliente no caso de este se encontrar conforme as especificações.

4. Aplicação da Metodologia DMAIC

De modo atingir os objetivos apresentados para este projeto seguiu-se a aplicação da metodologia DMAIC com base nas suas cinco etapas, identificando, medindo, analisando a variabilidade que influencia o processo de análise de defeitos e propondo, implementando e controlando as ações de melhoria que melhor se adequam à solução do problema.

4.1 Definição – 1ª Fase DMAIC

Nesta primeira fase da metodologia DMAIC selecionou-se o projeto, onde se identificou o processo a melhorar, efetuou-se o planeamento, definiu-se a equipa de trabalho, os processos inerentes, os objetivos e o âmbito.

4.1.1 Seleção do Projeto

Tendo por base as quatro perspectivas do Balanced Scorecard e de acordo os objetivos estratégicos estabelecidos pela administração da empresa do presente caso estudo foi possível efetuar a monitorização dos resultados obtidos durante o ano de 2013 (tabela 2) e identificar os fatores críticos para o sucesso da empresa.

Tabela 2: Análise Balanced Scorecard para a seleção do projeto.

Prespectiva	objetivos Estratégicos	Indicadores de desempenho	Metas	Monitorização dos resultados obtidos em 2013
Financeira	Aumentar o volume de vendas	Volume de Vendas	≥ 4 milhões de Euros	4,182 milhões de Euros
Clientes	Aumentar a satisfação de cliente	Nível de satisfação de cliente	> 85%	85,20%
Processos Internos	Minimizar a percentagem de defeitos	% de defeitos por peças inspeccionadas	≤ 1,23%	2,04%
Conhecimento e Aprendizagem	Aumentar competências dos trabalhadores	Grau de Incumprimento do plano de formação	< 15%	1,00%

Após a análise realizada verificou-se que os fatores determinantes para o sucesso desta organização e satisfação dos clientes são os processos internos, pois são estes processos que condicionam a qualidade do produto, permitem controlar a produtividade e condicionam o cumprimento e prazos de entrega. Como responsável do gabinete de qualidade na empresa, identifiquei a necessidade da empresa em melhorar o indicador de desempenho associado à área de inspeção do produto em produção e acabado.

4.1.2 Entender o Cliente/ Voz do Cliente (VOC)

A sobrevivência de uma organização depende sobretudo da credibilidade junto dos seus clientes. Cliente é a empresa ou a pessoa que efetua uma compra ou usufrui do produto ou serviço resultante de um certo conjunto de actividades de um processo. Pode ser um cliente interno, como a área seguinte de um certo processo, ou cliente externo que, é considerado o consumidor final e que será ele a tomar a decisão de voltar (ou não) a comprar o produto ou a utilizar o serviço. Tanto os clientes externos como os internos, devem ter o mesmo tratamento, de modo a assegurar uma continuidade de actuação, beneficiando e reforçando a posição da empresa no mercado (Ganhão & Pereira 1992).

Assim, de acordo com a seleção anterior do processo de inspeção do produto em produção e acabado, como fator determinante para o sucesso da empresa, foram identificados dois tipos de clientes internos: o processo de costura e o processo de montagem; bem como um cliente externo, o designado consumidor final.

Com o objetivo de entender os clientes externos, a empresa faz inquéritos anuais, que lhe permite determinar através de um objetivo anual estipulado, medir o nível de satisfação dos clientes. Em relação aos clientes internos, são possíveis de avaliar através dos indicadores da qualidade dos produtos intermédios. Através da VOC (Voice of the Customer), é possível identificar as necessidades e requisitos do cliente, a VOC respectiva da empresa encontra-se apresentada na tabela 3.

Tabela 3: Voz do Cliente (VOC – Voice of the Customer)

Descrição	Âmbito	CCR (Critical to Client Requirements)	CTQ (Critical to Quality)		Definição Operacional
Fornecer um produto com qualidade de acordo com os requisitos/especificações do cliente.	Qualidade e Produção	Cumprir com as especificações de qualidade	Percentagem de defeitos por pés de calçado inspecionados	≤ 1,23%	Análise dos resultados obtidos a nível da percentagem de defeitos
Garantir o fornecimento das encomendas nos prazos estabelecidos	Entregas e Prazos	Satisfazer as encomendas	Índice de Satisfação	> 85%	Análise dos resultados obtidos do inquéritos de satisfação.

4.1.3 Definição do Processo

Na Sindocal são realizadas no total três inspeções, duas inspeções realizam-se nas fases do processo de produção (PIC 1 e PIC 2), e uma inspeção na fase de produto acabado (PIC 3).



Figura 18: Fluxo do processo de inspeção da Sindocal

Temos como entradas do processo (*inputs*, recursos, pessoal, método), e as saídas do processo (outputs e os indicadores de desempenho). Na Figura 19 é apresentado o processo de

inspeção de defeitos. Os intervenientes no processo de inspeção que têm influência no processo são os técnicos dos postos de inspeção. Este processo não necessita de nenhum material ou equipamento para se realizar, os técnicos efetuam a inspeção dos defeitos nas peças visualmente. Os *inputs* ou entradas do processo são a ordem de fabrico onde consta o registo dos defeitos, a listagem e codificação de defeitos e os critérios de aceitação/rejeição estabelecidos. O indicador do processo é a percentagem de defeitos por produto inspecionado e as saídas ou outputs são o registo de defeitos e a reposição de peças ou pés por produto inspecionado.

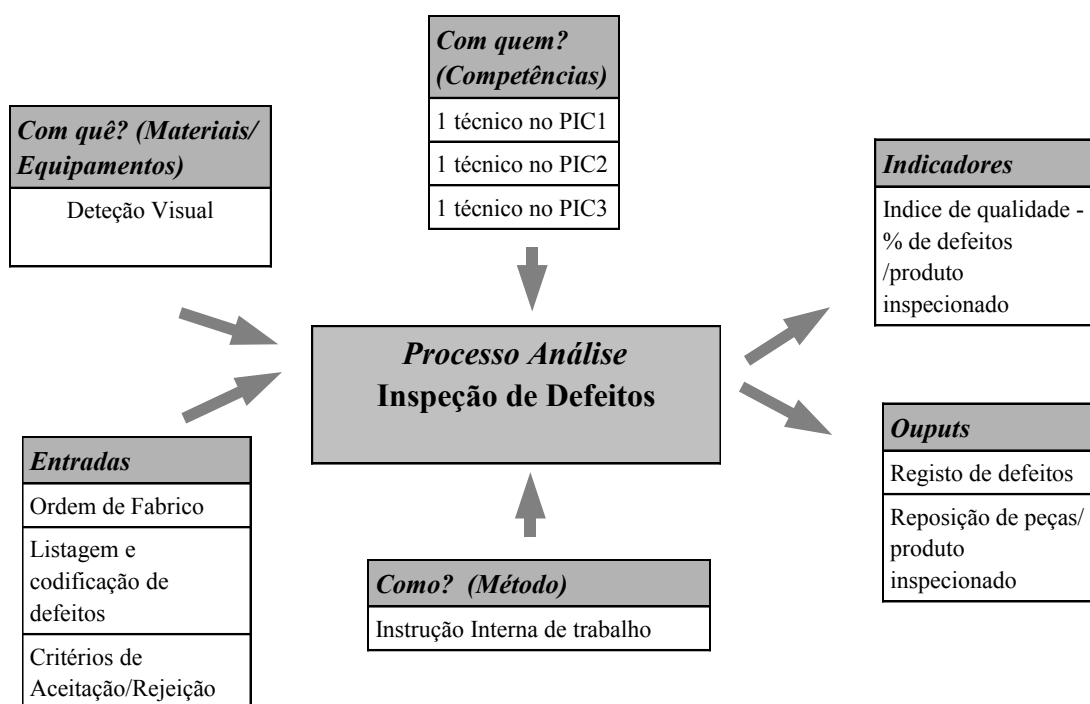


Figura 19: Entradas e Saídas do Processo de Inspeção

Para a definição do processo de inspeção de defeitos, foi ainda elaborado o diagrama de SIPOC, de modo a identificar durante as etapas quem são os fornecedores, clientes, as variáveis de entrada e saída, conforme apresentado na figura 20.

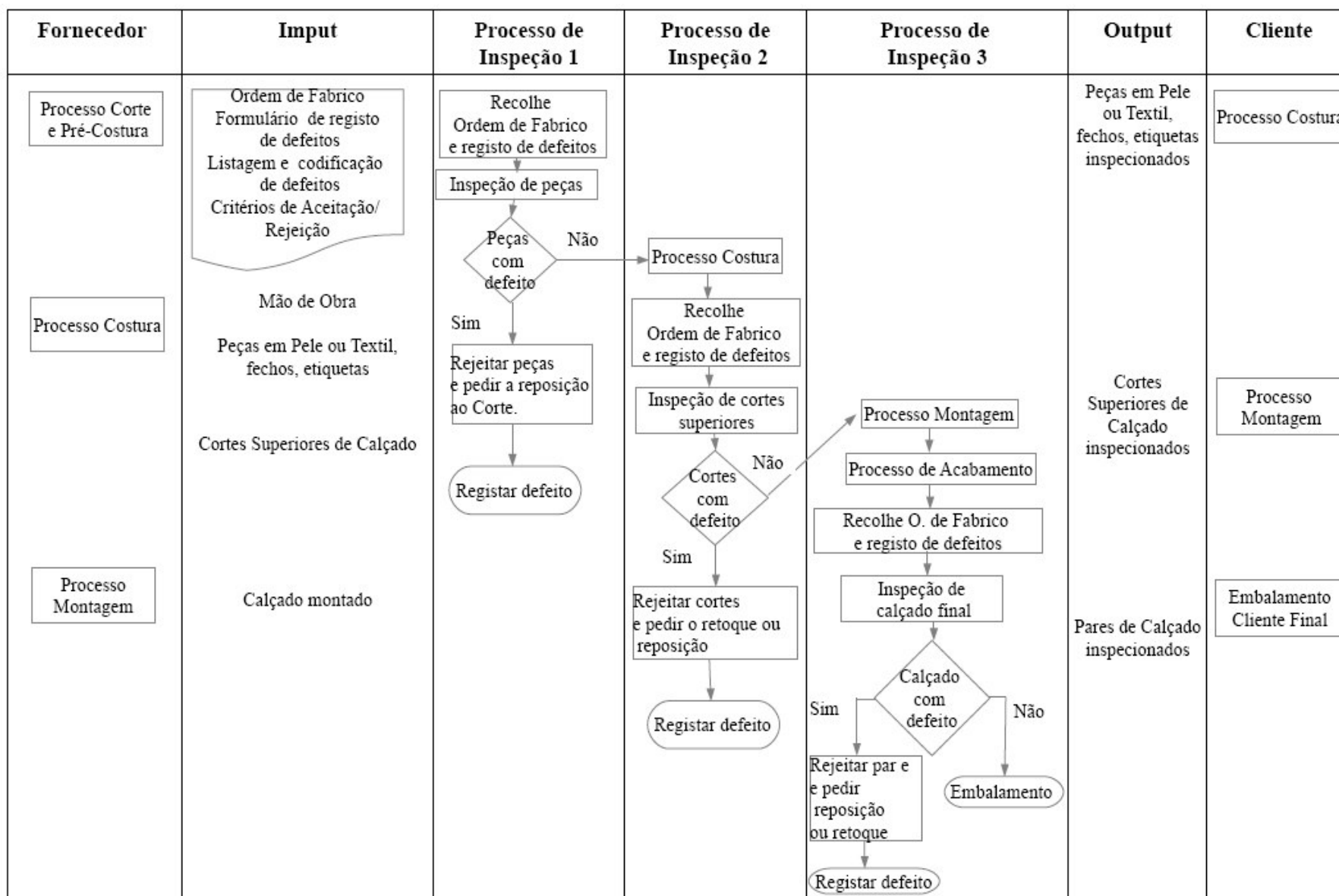


Figura 20: Diagram SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer)

4.1.4 Gerir o Projeto

No presente caso de estudo, o problema é identificado nos postos de inspeção de qualidade da empresa, pois verifica-se uma grande quantidade de devoluções e rejeições de peças em pele de calçado provenientes de defeitos de matéria-prima e defeitos originados pelas máquinas/operadores. Esta elevada percentagem de defeitos e reposições provocam um aumento de horas de retrabalho diminuindo a produtividade e o aumento dos custos inerentes à qualidade. A inspeção realizada em cada posto de inspeção fixo é feita visualmente por inspetores, a 100%, ou seja, inspecionam-se todas as peças produzidas. Este tipo de inspeção foi selecionado pela empresa de modo a assegurar a conformidade do produto e evitando uma elevada quantidade de refugo na última etapa de produção, o acabamento, cuja reparação dos defeitos é mais difícil de executar. Este tipo de inspeção possui algumas desvantagens, sobretudo na aplicação sistemática, por outro lado, exige muito maior espaço e consome muito mais tempo, podendo atrasar a expedição do produto. Embora seja considerada uma inspeção mais exata, na prática, a inspeção a 100% não é garantia de qualidade total, pois cometem-se erros que têm origem no inevitável cansaço, na inevitável saturação causada pela verificação continuada de um mesmo material, criando-se a tendência para rejeitar algumas peças boas e para aceitar algumas peças defeituosas.

Este projeto tem como objetivo, identificar a variabilidade que influencia o processo de inspeção de defeitos, propondo melhorias para a classificação dos defeitos de modo a evitar reposições de peças mal classificadas. A equipa selecionada para trabalhar neste projeto é constituída pelo Líder (administrador da empresa) por um Green Belt e por três inspetores efetuam o controle nos postos de inspeção. O planeamento e identificação do projeto foi feito através do preenchimento da ficha de definição do projeto (tabela 4).

Tabela 4: Ficha de definição do Projeto

Caso de Estudo			Declaração de Oportunidade		
Nos postos de inspeção de qualidade da Sindocal, verifica-se uma grande quantidade de devoluções e rejeições de peças em pele de calçado provenientes de defeitos de matéria-prima e defeitos originados pelas máquinas/operadores. Esta elevada percentagem de defeitos e reposições provocam um aumento de horas de retrabalho diminuindo a produtividade.			Melhorar o indicador da percentagem de defeitos por peças inspecionadas		
			Reduzir nº de peças repostas e conseqüentemente o nº de horas dedicadas a retrabalho de unidades produzidas.		
			Definição do defeito: Não cumprimento da meta estabelecida para o valor do indicador da percentagem de defeitos por peças inspecionadas (Valor obtido-2,04% > Meta -1,23%)		
Objetivo			Âmbito do Projeto		
Identificar a variabilidade que influencia o processo de inspeção de defeitos, propondo melhorias para a classificação dos defeitos de modo a evitar reposições de peças mal classificadas.			Data de Início: 01/10/2013		
			Data do Fim: 31/07/2015		
Benefícios: Minimização da percentagem de defeitos. Redução do tempo de análise com incertezas sobre a identificação de defeitos; Redução dos custos relacionados com a sucata			No âmbito: Análise de defeitos		
			Fora do Âmbito:		
Plano do Projeto			Equipa		
Fase	Início	Fim	Nome	Papel	Compromisso
Definir	outubro de 2013	dezembro de 2013	Administrador da Empresa	Líder	Alto
Medir	janeiro de 2014	março de 2014	Paula Ferreira	Green Belt	Médio
Analisar	março de 2014	abril de 2014	Inspetor PIC1	Equipa do projeto	Baixo
Melhorar	maio de 2014	dezembro de 2014	Inspetor PIC2		Baixo
Controlar	janeiro de 2015	Julho de 2015	Inspetor PIC3		Baixo

4.1.5 Aprovar o Projeto

A aprovação do projeto foi feita em reunião entre a equipa do projeto com a administração da empresa, determinou-se que o processo a melhorar através da metodologia DMAIC seria o processo de inspeção de defeitos. Com a realização deste projeto espera-se a melhoria do indicador de desempenho “percentagem de defeitos por peças inspecionadas” e conseqüentemente a diminuição do tempo de análise com incertezas sobre a identificação de defeitos e os custos relacionados com a sucata, reduzindo o número de peças repostas e o número de horas dedicadas a retrabalho de unidades produzidas. Os benefícios económicos

para este projeto não são possíveis de prever, pois a empresa ainda não possui o histórico de uma análise de custos relativos à qualidade, à detecção e prevenção de defeitos.

Durante a realização do projeto prevê-se algumas dificuldades a nível da implementação das melhorias identificadas, devido à possível resistência à mudança cultural por parte dos colaboradores, devido à recolha de dados desatualizada ou deficiente e a uma fraca infraestrutura organizacional.

4.2 Medição – 2ª Fase DMAIC

Durante esta fase, efetuou-se o levantamento da situação da empresa, relativamente ao desempenho do processo de inspeção. A medição incidiu essencialmente sobre os indicadores que poderiam determinar o problema em análise e identificar as possíveis causas raiz do mesmo: - Indicador de qualidade/ Percentagem de defeitos, observação direta do processo, análise do sistema de medição, percentagem de defeitos de pele detetados por pares de calçado inspecionados, e cálculo da capacidade do processo através do cálculo do nível sigma (z).

4.2.1 Recolha de dados e análise do Indicador de Qualidade/

Percentagem de defeitos

A informação dos dados de percentagem de defeitos é obtida diariamente através do registo de dados em formato papel, do número de defeitos pelos operadores de controlo de qualidade em cada posto de inspeção. Mensalmente, os resultados da inspeção são apresentados sob a forma de histogramas, onde se verifica o valor do indicador de qualidade que traduz a percentagem de defeitos em relação ao n.º de peças ou pés inspecionados consoante o posto de inspeção. O valor do indicador da qualidade global é obtido pela média dos indicadores dos três postos de inspeção. Os valores do indicador da qualidade global obtidos mensalmente durante o ano 2013 encontram-se apresentados na figura 21.

Indicador da Qualidade obtido mensalmente em 2013

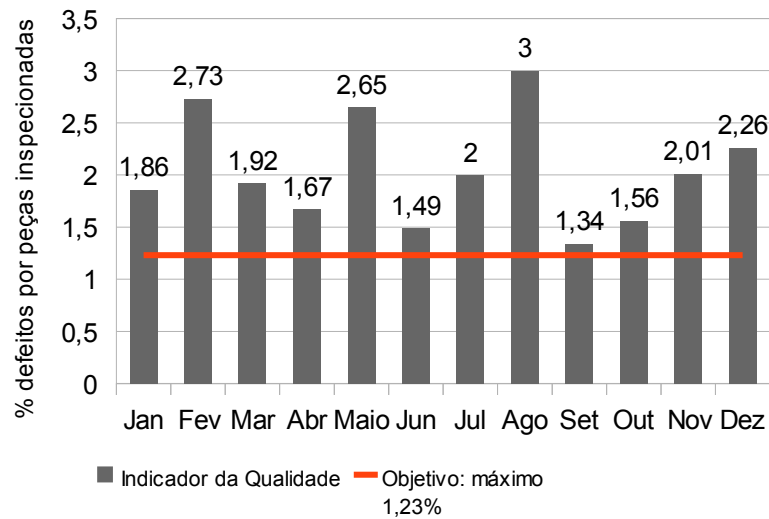


Figura 21: Histograma com o valor do indicador da qualidade obtido mensal.

Através do gráfico apresentado na figura 21, verifica-se a evolução do indicador da qualidade acumulado médio dos 3 postos de inspeção no período de janeiro a dezembro 2013. O valor médio anual do indicador foi de 2,04 %, um valor superior ao valor máximo esperado de 1,23% representado pela linha vermelha apresentada no gráfico. Assim o próximo passo consistiu em reunir a informação relativa à quantidade e tipo de defeitos observados durante o ano de 2013 e analisar os dados através do diagrama de Pareto. Contudo, verificou-se que a base de dados continha uma tipificação de defeitos muito complexa e numerosa, não permitindo uma análise conclusiva, pelo que foi necessário efetuar uma nova tipificação, agrupando alguns defeitos num só defeito com a mesma origem. Depois de realizada a nova análise e quantificação dos defeitos, foi possível construir um Diagrama de Pareto e a correspondente Análise ABC, onde se identificou os principais defeitos detetados nos postos de inspeção. Para a construção do Diagrama de Pareto, efetuou-se o cálculo das percentagens relativas e percentagens acumuladas de cada tipo de defeito (Tabela 5).

Tabela 5: Quantificação dos defeitos por tipo e origem e cálculo das percentagens relativas e acumuladas.

	Tipo de Defeito	Origem dos defeitos	% acumulada (Tipo de defeito)	Nº não conformidades	% ocorrência de não conformidades	Nº acumulado de não conformidades	% acumulada de não conformidades
	D01 – Defeitos naturais de pele	Matéria-Prima (Pele)	6,67%	2397	26,29%	2397	26,29%
A	D04 – defeitos de pele estalada /rebentada /rasgada	Matéria-Prima (Pele)	13,33%	1641	18,00%	4038	44,29%
	D05 - Pele com fraca textura	Matéria-Prima (Pele)	20,01%	1502	16,47%	5540	60,77%
	D17 – Costura com ponto corrido	Costura	26,67%	1274	13,97%	6814	74,74%
	D02 – Golpes na pele	Montagem	33,33%	617	6,77%	7431	81,51%
	D14 – Costuras irregulares	Costura	40,00%	261	2,86%	7692	84,37%
B	D38 - Defeito sola TR	Injeção de sola	46,67%	162	1,78%	7854	86,15%
	D03 - Defeito do Acabamento da pele	Matéria-Prima (Pele)	53,33%	146	1,60%	8000	87,75%
	D18 - Má sobreposição de peças	Costura	60,00%	143	1,57%	8143	89,32%
	D37 - Defeito sola PU	Injeção de sola	66,67%	138	1,51%	8281	90,83%
	D11 - Peça mal faceada/ igualizada	Costura	73,33%	130	1,43%	8411	92,26%
	D21 - Peça danificada a rentear	Costura	80,00%	96	1,05%	8507	93,31%
C	D07 - Pele com diferenças de Tonalidade	Matéria-Prima (Pele)	86,67%	93	1,02%	8600	94,33%
	D36 - Peças/Pés em falta	Corte	93,33%	93	1,02%	8693	95,35%

Com os dados da tabela 5, construiu-se o diagrama de Pareto que se encontra na figura 22, onde se apresentam os defeitos obtidos em 2013 dos três postos de inspeção.

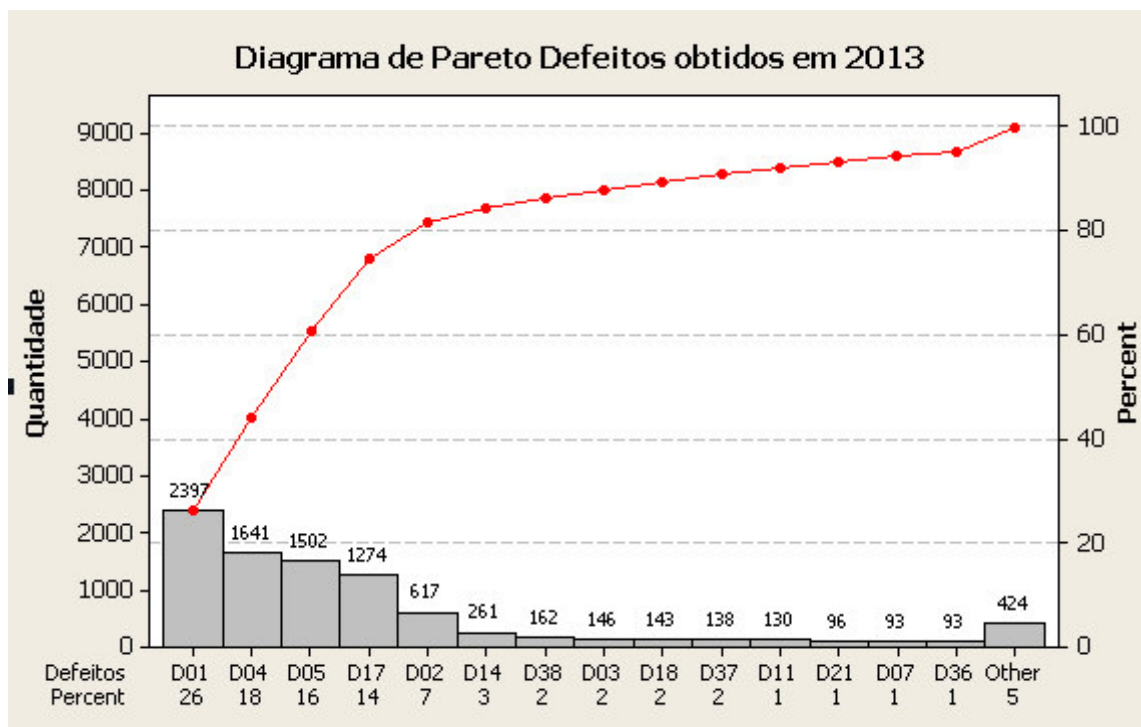


Figura 22: Diagrama de Pareto com os defeitos obtidos no período de janeiro a dezembro de 2013 nos três postos de inspeção.

Analisando o Diagrama de Pareto apresentado na figura 22, foi possível classificar os tipos de defeitos em três classes de relevância. De grande relevância (Classe A), de média relevância (Classe B), e de pequena relevância (Classe C). Os defeitos classificados de classe A representam 20% do total dos defeitos obtidos e são responsáveis por 60,77% dos problemas. Pelo diagrama de Pareto traçado, são identificados nesta classe os defeitos naturais da pele (D01), defeitos de pele estalada/rebentada/rasgada (D04), e pele com fraca textura (D05). Deste modo, estes defeitos são considerados como defeitos com mais impacto no indicador de desempenho da qualidade e mais críticos para o processo, a implementação de ações corretivas no processo de inspeção relativamente a estas três causas, podem permitir uma melhoria significativa no indicador da qualidade e no processo.

Relativamente à classe B, 33,33% originam 30,06% do problemas, e a classe C, 47% dos defeitos originam 9,17%.

4.2.2 Observação direta do processo

De modo a conhecer o processo de inspeção em pormenor, foi realizada a observação direta do processo, com o objetivo de identificar algumas das causas que afetam a inspeção do produto em curso e produto final.

A inspeção de defeitos nesta empresa faz-se em três postos de trabalho: "Posto de Inspeção 1", onde inspeciona as peças em pele ou textil após serem cortadas à medida para formarem posteriormente a parte superior do calçado, "Posto de Inspeção 2, onde se inspeciona as peças em pele ou textil já costuradas designadas por "cortes" e o Posto de Inspeção 3, onde se realiza a inspeção final do produto já acabado.

A empresa produz por encomenda pequenas e médias séries de calçado, com um layout por processo, onde as operações se realizam por setores de produção (Corte, Pré-Costura, Costura, Montagem e Acabamento). Este tipo de layout retracts a oficina tradicional onde as máquinas que executam tarefas ou operações semelhantes estão agrupadas pelo processo que utilizam. É uma indústria que recorre a uma mão de obra intensiva, com um vasto conjunto de operações manuais e com um elevado conjunto de máquinas, algumas obsoletas, que envolvem também a elevada mão de obra. Assim, verifica-se um baixo grau de automatização do processo produtivo, baixo grau de automatização da movimentação dos materiais, mas uma elevada flexibilidade para a produção de grande variedade de produtos. Este tipo de layout exige uma boa formação e uma elevada polivalência dos operadores para operações mais específicas. A figura 23 mostra o layout da circulação do produto durante a produção e onde se localizam os postos de inspeção.

O processo de inspeção na empresa é realizado segundo os critérios estabelecidos pelo cliente definidos na encomenda e por alguns critérios estabelecidos pela empresa para as operações relacionadas com o corte, a costura e a montagem do calçado. Deve-se ter sempre em consideração o aspeto geral do modelo, que deve prevalecer perante as condições estabelecidas. Todas as peças constituintes do calçado são inspecionadas em função da qualidade do material (maior ou menor esforço a que estão sujeitos), apresentação (cor, textura e pêlo), e se ficam mais ou menos visíveis quando montadas no calçado.

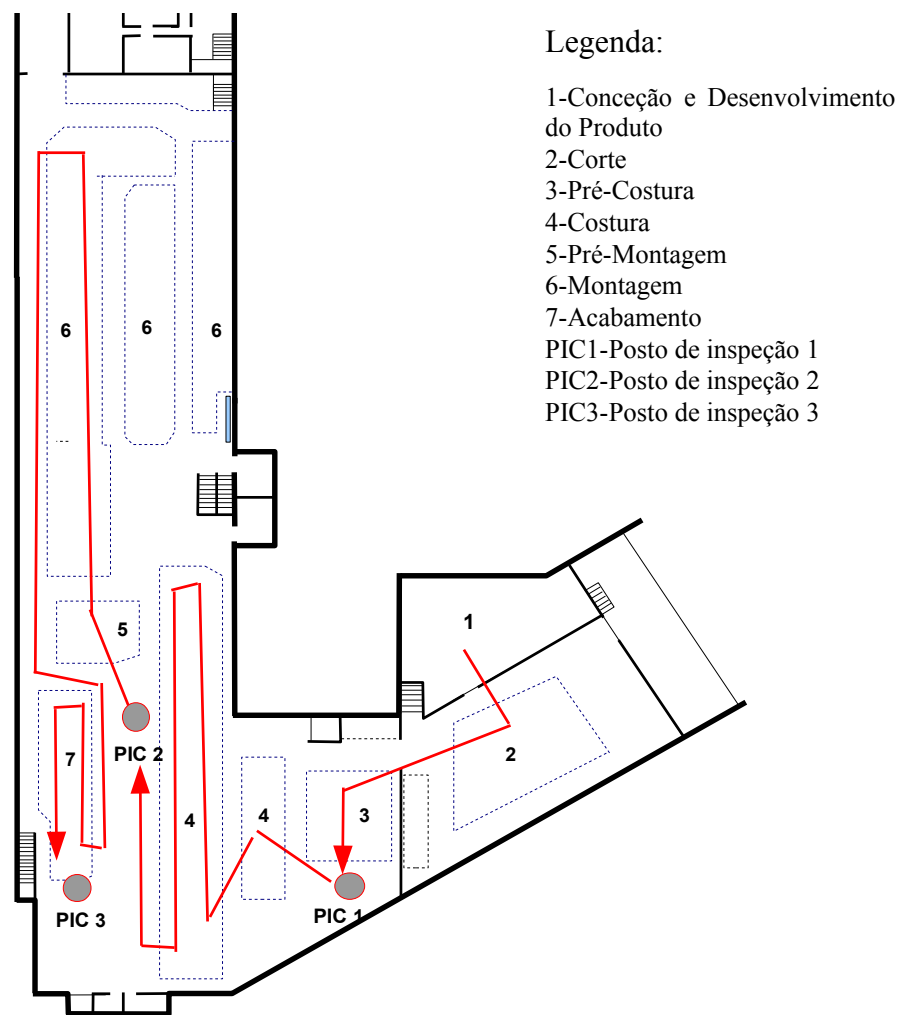


Figura 23: Layout da circulação do produto durante a produção.

4.2.3 Análise do Sistema de Medição por Atributo

Com a análise do sistema de medição, é possível determinar o quanto da variação no processo advém do seu sistema de medição. Um sistema de medição por atributo, é classificado como um sistema com dados que têm uma característica de qualidade (ou atributo) que atende ou não à especificação do produto, como por exemplo dados que incluem a classificação e a contagem do número de falhas num determinado produto (defeitos) e o número de peças não conformes (defeituosos) (Suporte ao minitab).

A variação do sistema de medição está relacionada com duas fontes, a repetibilidade e reprodutibilidade. Para analisar o sistema de medição da empresa relativa a este projeto de investigação, realizou-se um estudo R&R. Este estudo permite responder a algumas dúvidas

relativas ao sistema de medição tais como: se o processo de classificação por atributos implementado na empresa é capaz em termos de repetibilidade e de reprodutibilidade, se o procedimento de inspeção atualmente utilizado é o adequado ou deverá sofrer revisões, se os analistas/inspetores estão devidamente formados para classificar corretamente os itens sob inspeção e se todos os inspetores usam os mesmos critérios para classificar produtos conformes ou não conformes. Os objetivos propostos para este estudo são:

- avaliar a consistência de cada inspetor (Within-appraiser consistency),
- avaliar a consistência entre inspetores (Between-appraiser consistency),
- avaliar a exatidão de cada inspetor e do grupo de inspetores com a referência (Each appraiser vs standard e all appraiser vs standard).

Para determinar o grau de consistência ou concordância entre os inspetores é utilizado o coeficiente Kappa (Cohen's), que mede a concordância entre as avaliações dos inspetores quando estes estão a classificar o mesmo produto. Uma regra geral é que os valores de kappa maiores que 0,75 indicam uma boa a excelente concordância (com um valor máximo de $Kappa=1$), os valores inferiores a 0,40 indicam uma fraca concordância (Benham, D.; Down, M.; Cvetkovski, P.; Gruska, G. (2002). Quanto maior for o valor de Kappa, maior é o grau de concordância.

4.2.3.1 Procedimento

- Inicialmente verificou-se e atualizou-se a lista dos defeitos (anexo I), disponibilizando-a posteriormente a todos os inspetores, de modo a proporcionar credibilidade à análise do sistema de medição.
- Para a realização deste estudo, selecionou-se cinquenta peças em couro com defeitos relacionados com o material, de uma referência de calçado em produção (bota 618), três inspetores (A, B, C), e três medições por peça por inspetor.
- Selecionou-se e numerou-se os itens em função da qualidade do material (maior ou menor esforço a que estão sujeitos), apresentação (cor, textura e pêlo), e se ficam mais ou menos visíveis quando montadas no calçado.

- Depois os inspetores analisaram aleatoriamente os itens e registaram os resultados obtidos, utilizando a seguinte notação: C – Peça classificada como conforme / NC – Peça classificada como não conforme. Os dados obtidos da classificação dos inspetores encontram-se apresentados no anexo 2 e foram introduzidos no software Minitab.
- Determinou-se a reprodutibilidade e a repetibilidade e efetuou-se a análise gráfica dos dados com recurso ao minitab (stat- quality tool- attribute agreement analysis).

4.2.3.2 Análise da repetibilidade de cada inspetor (Within Appraisers)

Analisando os resultados do minitab apresentados na tabela 6, da comparação entre várias amostras e o mesmo operador, pode-se verificar que os três inspetores apresentaram classificações consistentes com uma percentagem de concordância entre 88 e 92%. O valor de Kappa obtido para a classificação de cada inspetor foi superior a 0,75, e deste modo podemos concluir que todos os inspetores em termos de repetibilidade apresentaram um boa consistência durante as respetivas medições.

Tabela 6: Análise da Repetibilidade

Assessment Agreement						
	Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI	
	A	50	46	92.00	(80.77; 97.78)	
	B	50	44	88.00	(75.69; 95.47)	
	C	50	46	92.00	(80.77; 97.78)	
# Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.						
Fleiss' Kappa Statistics						
	Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
	A	C	0.867725	0.0816497	10.6274	0.0000
		NC	0.867725	0.0816497	10.6274	0.0000
	B	C	0.835796	0.0816497	10.2364	0.0000
		NC	0.835796	0.0816497	10.2364	0.0000
	C	C	0.889482	0.0816497	10.8939	0.0000
		NC	0.889482	0.0816497	10.8939	0.0000

4.2.3.3 Análise da reprodutibilidade (Between Appraisers)

Analisando os resultados do minitab apresentados na tabela 7, da medição da concordância entre os diferentes operadores e a mesma amostra, pode-se verificar a nível da reprodutibilidade entre os três inspetores, que existe 68% de concordância nas medições. O nível de concordância obtido para o valor Kappa foi de 0,67, valor inferior a 0,75 logo podemos concluir que os inspetores não estão a medir da mesma maneira entre eles.

Tabela 7: Análise da Reprodutibilidade

Assessment Agreement				
	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
	50	34	68.00	(53.30; 80.48)
# Matched: All appraisers' assessments agree with each other.				
Fleiss' Kappa Statistics				
Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
C	0.670690	0.0235702	28.4550	0.0000
NC	0.670690	0.0235702	28.4550	0.0000

4.2.3.4 Exatidão - Comparação de cada inspetor com a referência (Each Appraiser vs Standard)

Os resultados do minitab da análise do nível de concordância de cada inspetor com a referência encontram-se apresentados na tabela 8. Através da análise dos resultados verifica-se que os três inspetores apresentaram classificações consistentes com uma percentagem de concordância entre 80 e 88% com o padrão. De acordo com os valores de Kappa obtidos para cada inspetor verifica-se que os inspetores A e B são os menos consistente, apresentando valores de Kappa de 0,64 e 0,69, e o inspetor C é o mais consistente com o valor de Kappa de 0,86.

Tabela 8: Análise da comparação entre o valor medido e o valor de referência em cada inspetor.

Assessment Agreement (Condordância com o padrão)					
Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI	
A	50	40	80.00	(66.28; 89.97)	
B	50	40	80.00	(66.28; 89.97)	
C	50	44	88.00	(75.69; 95.47)	

Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

Assessment Disagreement (Discordância com o padrão)						
Appraiser	# NC / C	Percent	# C / NC	Percent	# Mixed	Percent
A	1	3.03	5	29.41	4	8.00
B	3	9.09	1	5.88	6	12.00
C	2	6.06	0	0.00	4	8.00

NC / C: Assessments across trials = NC / standard = C.
 # C / NC: Assessments across trials = C / standard = NC.
 # Mixed: Assessments across trials are not identical.

Fleiss' Kappa Statistics					
Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
A	C	0.641382	0.0816497	7.8553	0.0000
	NC	0.641382	0.0816497	7.8553	0.0000
B	C	0.689416	0.0816497	8.4436	0.0000
	NC	0.689416	0.0816497	8.4436	0.0000
C	C	0.857607	0.0816497	10.5035	0.0000
	NC	0.857607	0.0816497	10.5035	0.0000

4.2.3.5 Exatidão – Comparação dos resultados de todos os operadores com a referência (All Appraisers vs Standard)

De acordo com a tabela 9 verifica-se que existe alguma concordância (68%) entre os inspetores e o padrão em simultâneo. O nível de concordância (0,73) obtido foi inferior a 0,75.

Tabela 9: Análise Minitab de todos os inspetores versus a referência.

Assessment Agreement				
	#Inspected	#Matched	Percent	95% CI
	50	34	68.00	(53.30; 80.48)
# Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.				
Fleiss' Kappa Statistics				
Response	Kappa	SEKappa	Z	P (vs>0)
C	0.729468	0.0471405	15.4744	0.0000
NC	0.729468	0.0471405	15.4744	0.0000

4.2.3.6 Conclusão da Análise do Sistema de Medição por Atributo

Concluiu-se então, através da apresentação gráfica da análise da repetibilidade e da exatidão dos três inspetores (figura 24), considerando um intervalo de confiança de 95%, de um modo geral, os três inspetores possuem uma boa repetibilidade (Within Appraisers) e uma boa exatidão (Appraiser vs Standard) em relação à identificação entre produto conforme e não conforme para defeitos relacionados com o material em couro.

Na repetibilidade, os inspetores A e C apresentam uma percentagem de concordância de 92%, e o inspetor B apresenta uma percentagem de 88%, a percentagem mais baixa dos três inspetores. Em relação à exatidão verificou-se uma percentagem de concordância de 80% nos inspetores A e B, e 88% no inspetor C, apresentando assim a maior percentagem de concordância entre os três.

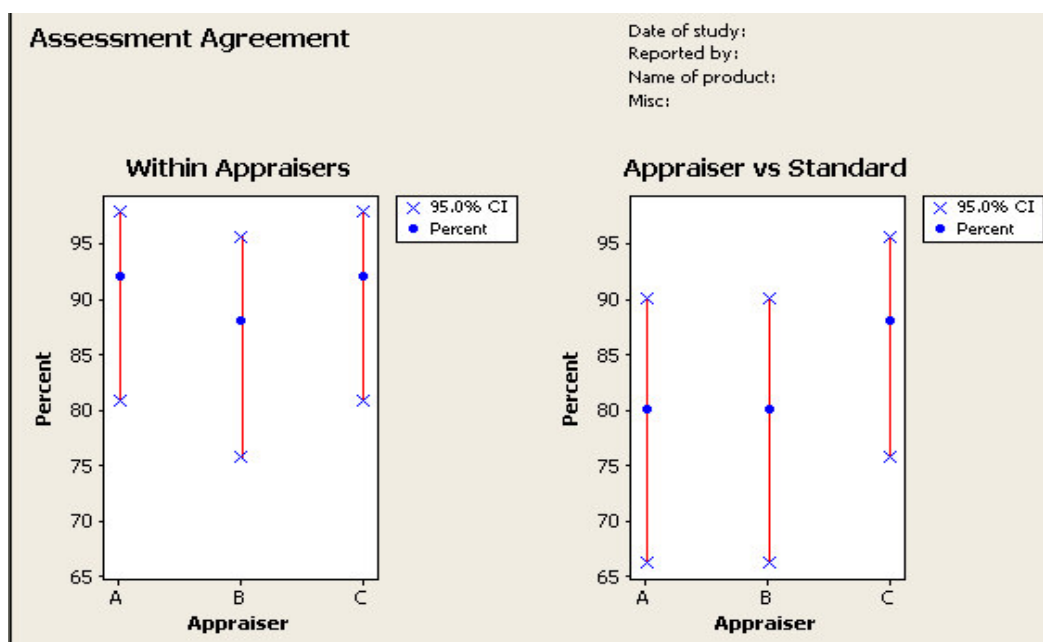


Figura 24: Análise da repetibilidade e da exatidão de cada inspetor

Na reprodutibilidade verificou-se de acordo com os resultados obtidos da concordância nas medições de apenas 68% e do valor de Kappa inferior a 0,75, que os inspetores não estão a medir da mesma maneira entre eles, ou seja, não utilizam os mesmos critérios em relação à conformidade do material.

Deste modo propôs-se algumas medidas para melhorar a reprodutibilidade do sistema de medição:

- definir com mais clareza aos inspetores, os limites de aceitação e rejeição para os defeitos serem aceites,
- analisar e discutir os critérios de aceitação de cada inspetor de modo a haver uma uniformização dos critérios e realizar um programa de treino entre os inspetores.
- criar uma pasta com fotografias de peças de couro com defeitos que não possam ser aceites, de modo a auxiliar os inspetores nas dúvidas que possam surgir.

4.2.4 Percentagem de defeitos de pele detetados por pares de calçado inspecionados

Os defeitos de pele codificados como defeitos naturais de pele (D01), defeitos de pele estalada/rebentada/rasgada (D04), e pele com fraca textura (D05), foram os defeitos considerados como defeitos com mais impacto no indicador de desempenho da qualidade e

mais críticos para o processo, no ponto 4.2.1. Assim determinámos a percentagem destes defeitos por pares de calçado inspecionados em 2013, de modo a poder avaliar sua evolução após a conclusão deste projeto seis sigma.

Considerando que o número de pares de calçado inspecionado em 2013 foi de 98922 pares, temos:

- Percentagem de defeitos naturais de pele (D01) por pares de calçado inspecionado,
$$\frac{2397 \text{ defeitos (D01)}}{98922 \text{ pares inspecionados}} \times 100 = 2,4\%$$
- Percentagem de defeitos de pele estalada/rebentada/rasgada (D04) por pares de calçado inspecionado
$$\frac{1641 \text{ defeitos (D04)}}{98922 \text{ pares inspecionados}} \times 100 = 1,7\%$$
- Percentagem de defeitos de pele com fraca textura (D05) por pares de calçado inspecionado
$$\frac{1502 \text{ defeitos (D05)}}{98922 \text{ pares inspecionados}} \times 100 = 1,5\%$$

4.2.5 Cálculo da capacidade / nível sigma (z)

A capacidade do processo em produzir itens não defeituosos, dá-nos a capacidade do processo expressa pelo seu valor sigma. Deste modo efectuou-se o cálculo do valor sigma de modo a poder avaliar o desempenho atual do processo relativamente ao número de defeitos produzidos. Quanto maior o valor sigma, melhor o desempenho do processo e menor a probabilidade de ocorrência do defeito.

Inicialmente para determinar o nível sigma calculou-se o número de defeitos por milhão de oportunidade (DPMO), através da equação 2 referida no ponto 2.2 deste trabalho,

$$DPMO = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Defeitos}}{\text{Total de Oportunidades} \times \text{Quantidade inspecionada}} * 10^6 \quad (2)$$

considerando que o número de defeitos ocorridos em 2013 foi de 8693, em 98922 pares de calçado inspecionados e o número de oportunidades de defeito, 38, conforme lista de defeitos em anexo I, temos:

$$DPMO = \frac{8693}{38 \cdot 98922} \cdot 10^6 = 2312,56 \text{ defeitos por milhão,}$$

Após o cálculo do DPMO calculado anteriormente, foi possível estimar o nível sigma do processo, considerando o desvio de $1,5\sigma$ através da seguinte equação 3, referida no ponto 2.2 deste trabalho.

$$\begin{aligned} \text{Nível Sigma} &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 \cdot \ln(DPMO)} \\ &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 \cdot \ln(2312,56)} = 4,33 \end{aligned} \quad (3)$$

Assim verificou-se que durante o ano de 2013 o nível sigma do processo foi de 4,33.

4.3 Análise – 3ª Fase DMAIC

Esta fase tem como principal objetivo a identificação das causas-raiz que afetam as variáveis de entrada e saída do processo de inspeção de defeitos. Nos postos de inspeção de qualidade da Sindocal, verifica-se uma grande quantidade de devoluções e rejeições de peças em pele de calçado originada pela ocorrência de defeitos naturais de pele (D01), defeitos de pele estalada/rebentada/rasgada (D04) e defeitos de pele com fraca textura (D05). Para melhor poder identificar as possíveis causas da ocorrência destes defeitos, utilizamos uma das ferramentas de análise, o diagrama de causa-efeito, também designado por diagrama de Ishikawa ou diagrama em espinha-de-peixe, que se encontra apresentado na figura 25.

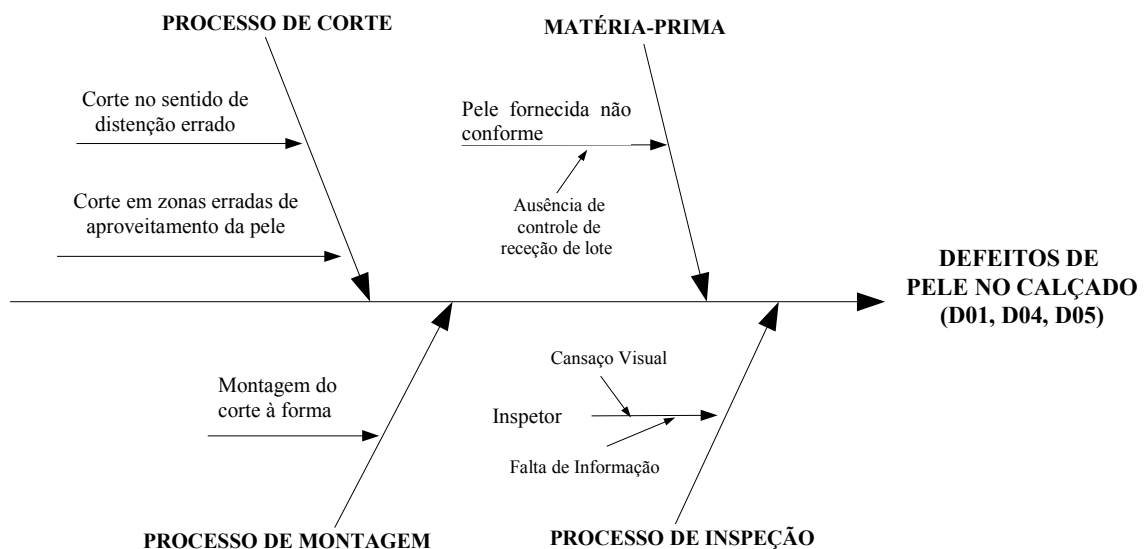


Figura 25: Diagrama de causa-efeito - análise de causas dos defeitos de pele

Analisando o diagrama, verificam-se as seguintes causas associadas à ocorrência dos defeitos de pele no calçado:

- **Matéria-prima**

Pele fornecida não conforme – Ausência de controle de qualidade na recepção do lote de pele antes de entrar em produção.

O couro, utilizado na indústria de calçado, é um material de origem animal, sujeito a tratamentos de curtimenta nas fábricas de curtumes que recebem as peles dos animais abatidos. É usado praticamente em todas as partes do calçado, no corte superior, forro e até por vezes na sola. Existem muitos tipos de peles de couro, de acordo com o tipo de acabamento selecionado em função das encomendas. No tratamento final das peles, pode-se alterar a qualidade da pele através da aplicação de chapas que imprimem determinados padrões de modo a disfarçar os defeitos (Carvalho, 1995). Independentemente do tipo de pele, certos defeitos são comuns e frequentes a todas elas, tais como os defeitos naturais da pele provocados por parasitas, por marcas originadas no matadouro, por esfoliações no lombo devido às cercas, e por riscos na pele provocados por arames e flacidez na zona da pele que cobre a barriga e as patas do animal. O pior inconveniente causado pelos defeitos, sejam eles gerais ou específicos, é a imprevisibilidade de sua ocorrência e a aleatoriedade de sua localização. Existem assim, determinados parâmetros que definem a utilização final da pele, tais como os defeitos apresentados, as zonas de qualidade, a elasticidade e a tonalidade da pele. Como produto natural, cada pele apresenta características individuais, e por isso não é possível uma classificação geral de acordo com o tipo de peles. Tornando-se necessário uma inspeção detalhada de cada pele antes de entrar em produção, de modo a selecionar as peles para um melhor aproveitamento de acordo com o tipo de modelo de calçado a que se destina. Na Sindocal essa inspeção é só atribuída ao cortador já em produção. Sendo o processo produtivo das peles, um processo com longo ciclo de produção desde da curtimenta ao acabamento final de acordo com as encomendas, provoca a que o abastecimento de peles seja um processo com prazos de entrega elevados, não permitindo uma rápida substituição em caso de reclamação por fraca qualidade. Deste modo, verifica-se que devido à urgência dos prazos de entrega do produto, o cortador com objetivos de produção, não efetua uma boa inspeção da pele, pois privilegia o tempo da operação de corte, e deste modo realiza uma fraca inspeção inicial, originando o aparecimento de um maior número de defeitos naturais de pele (D01) nos postos de inspeção.

- **Processo de Corte**

Corte no sentido de distensão errado – O cortador de modo a minimizar a perda de material, para obter o máximo aproveitamento do material não cumpre com o sentido de elasticidade do couro. Um dos fatores que mais influenciam no processo de produção do calçado é o sentido de elasticidade de uma pele. A intensidade da elasticidade varia conforme a raça e a idade do animal, tipos de curtimento, e acabamento. A elasticidade vai influenciar posteriormente a produção na secção da montagem, quando o couro é submetido a esforços de tensão e influencia também no conforto e resistência do calçado. Qualquer que seja o sistema de corte proposto, o sentido de elasticidade e as regiões a serem cortadas devem respeitar as características dos materiais para que a pele posteriormente ao ser manuseada na produção não estale ou rasgue. O corte das peças com o sentido de distensão errado origina um maior número de defeitos de pele estalada/rebentada/rasgada (D04).

Corte em zonas erradas de aproveitamento da pele - O cortador de modo a minimizar a perda de material, para obter o máximo aproveitamento do material corta as peças das zonas menos nobres da pele com menor qualidade, originando o aparecimento de um maior número de defeitos de pele com fraca textura (D05) nos postos de inspeção.

- **Processo de Montagem**

Montagem do corte à forma - Quando o corte é montado à forma, a pele é submetida a esforços de tensão que podem originar o seu rasgamento. A força submetida pela máquina pode não ser a adequada para o tipo de pele em causa. O montador deve efetuar ensaios para determinar os parâmetros de força utilizados para cada tipo de pele, antes de iniciar a produção. Esta causa pode contribuir para o aumento do número de defeitos de pele estalada/rebentada/rasgada (D04).

- **Processo de Inspeção**

- a) Cansaço Visual do Inspetor - o elevado fluxo de trabalho, onde a inspeção é feita visualmente a 100%, provoca saturação pela verificação continuada do mesmo material, originando a tendência para rejeitar algumas peças boas e para aceitar algumas peças defeituosas.

b) Falta de Informação ao Inspetor: a análise dos defeitos de uma pele é um processo muito complexo, pois sendo a pele um produto natural, possui muitas variações naturais na mesma pele e também entre peles do mesmo tipo de animal. A análise dos defeitos pode variar ainda com a utilização final a que se destina a peça em pele, deste modo verifica-se que a apreciação destes defeitos fica muitas vezes ao critério da experiência do inspetor e não de uma informação pré-estabelecida do material ou produto antes de entrar em produção. Deste modo, é fundamental uniformizar a forma de trabalhar dos inspetores através de uma maior informação.

Uma vez identificadas as potenciais causas, através do diagrama causa-efeito presente na figura 25, para a ocorrência dos defeitos de pele considerados como defeitos com mais impacto no indicador de desempenho da qualidade, foi necessário priorizar as causas essenciais, recorrendo a uma análise gráfica de modo a identificar em que posto de inspeção se detetavam estes defeitos de pele em maior quantidade. Apresentam-se nas figuras 26, 27 e 28 as percentagens obtidas durante o ano de 2013, dos defeitos naturais de pele (D01), defeitos de pele estalada/rebentada/rasgada (D04) e defeitos de pele com fraca textura (D05), em cada posto de inspeção (PIC 1, PIC 2 e PIC 3).

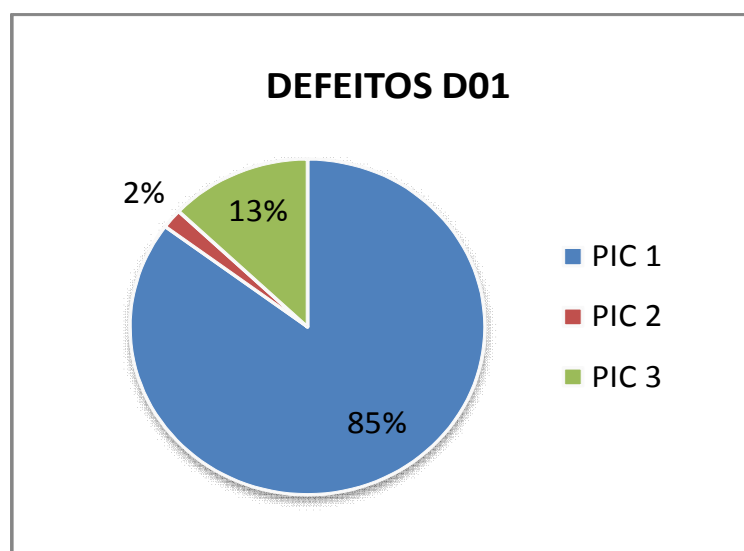


Figura 26: Gráfico circular com a percentagem dos defeitos naturais de pele (D01) obtidos em cada posto de inspeção durante o ano de 2013.

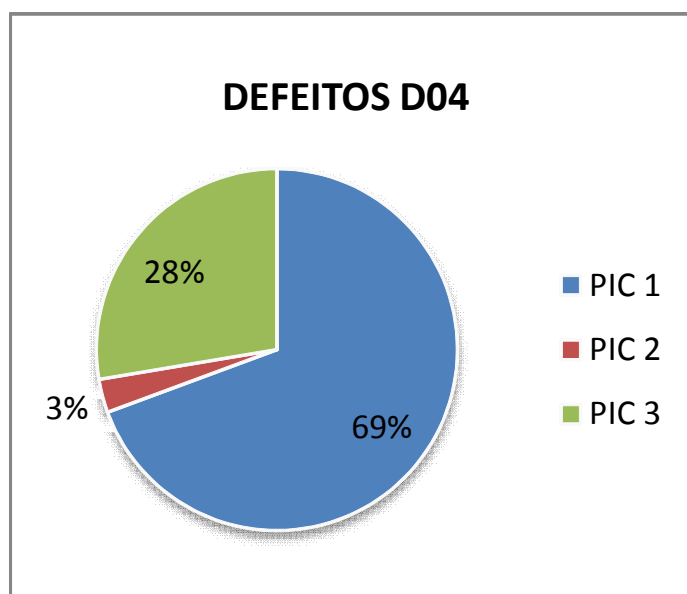


Figura 27: Gráfico circular com a percentagem dos defeitos de pele estalada/rebentada/rasgada (D04) obtidos em cada posto de inspeção durante o ano de 2013.

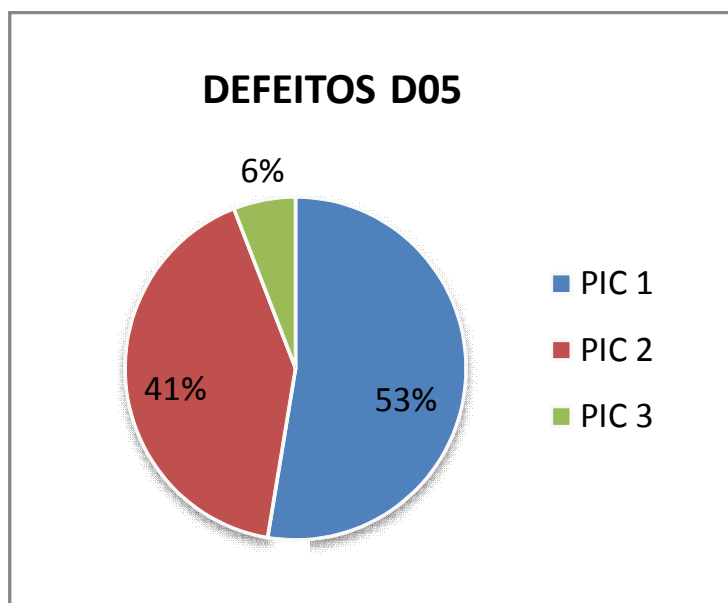


Figura 28: Gráfico circular com a percentagem dos defeitos de pele com fraca textura (D05) obtidos em cada posto de inspeção durante o ano de 2013.

Após a análise dos resultados das representações gráficas apresentadas anteriormente, determinou-se que o posto de inspeção 1 (PIC 1), foi o posto com a maior percentagem de defeitos obtidos de pele D01, D04 e D05. Perante os resultados obtidos conclui-se que as potenciais causas-raiz estão associadas às etapas que ocorrem antes e durante o posto de inspeção 1, ou seja, a seleção da matéria-prima, o processo de corte e no processo de inspeção. O objetivo desta fase era analisar o processo e identificar as causas-raiz do problema e deste modo foram identificadas as causas para as quais serão apresentadas soluções de melhoria na próxima fase.

4.4 Melhoria – 4ª Fase DMAIC

Durante esta fase do projeto, após os resultados obtidos da fase da análise, pretende-se apresentar e implementar soluções possíveis para eliminar as causas-raiz identificadas que originam a ocorrência dos defeitos de pele considerados como defeitos críticos para o processo. Assim foram estabelecidas algumas ações de melhoria para atuar sobre as seguintes causas-raiz, associadas à seleção da matéria-prima, ao processo de corte e ao processo de inspeção (PIC 1).

4.4.1 Pele fornecida não confome

Para poder detetar atempadamente as peles de fraca qualidade ou que não cumprem com os requisitos de qualidade solicitados ao fornecedor antes do material entrar na produção, foi colocado um operador responsável pela receção, controlo, preparação e abastecimento de pelaria para a secção do corte. Foi desenvolvido um registo de receção (ver anexo III) onde o operador verifica os critérios e requisitos a inspecionar.

4.4.2 Corte de peças em pele com sentido de distenção errado

Ao analisar pormenorizadamente o processo de corte de pele para os materiais exteriores do calçado, verificou-se que os cortadores nem sempre tinham em atenção ao sentido de distenção das peças de acordo com o modelo em produção. Para efetuar o corte das peças, é necessário ter presente determinados critérios relativamente ao material, à qualidade, à apresentação e uso do calçado. Assim todas as peças constituintes do calçado têm de ser cortadas em função da força a que serão sujeitas nas operações seguintes de fabrico e uso do calçado, por isso as direções de elasticidade da pele influenciam o modo como os moldes das peças do modelo são colocadas e cortadas. De modo a garantir que os cortadores sigam os

critérios do sentido de elasticidade da pele, vai-se disponibilizar aquando o corte da peças de cada modelo a ficha com o croqui das peças e modelo com o sentido de elasticidade pretendido, tal como se pode verificar na figura 30.

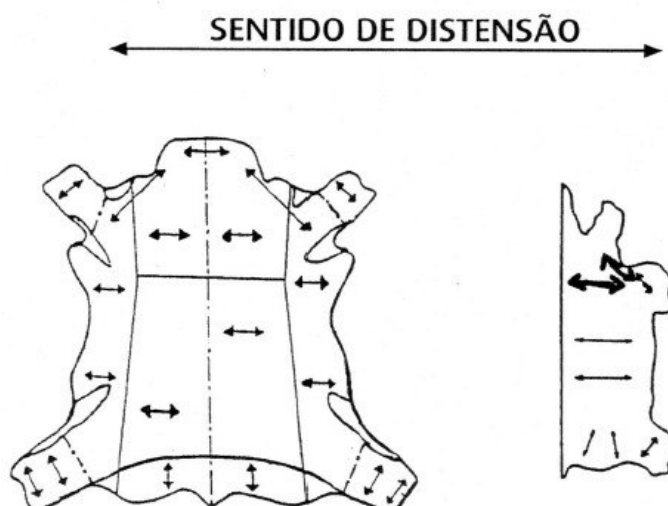


Figura 29: Direções do sentido de distensão de uma pele de animal

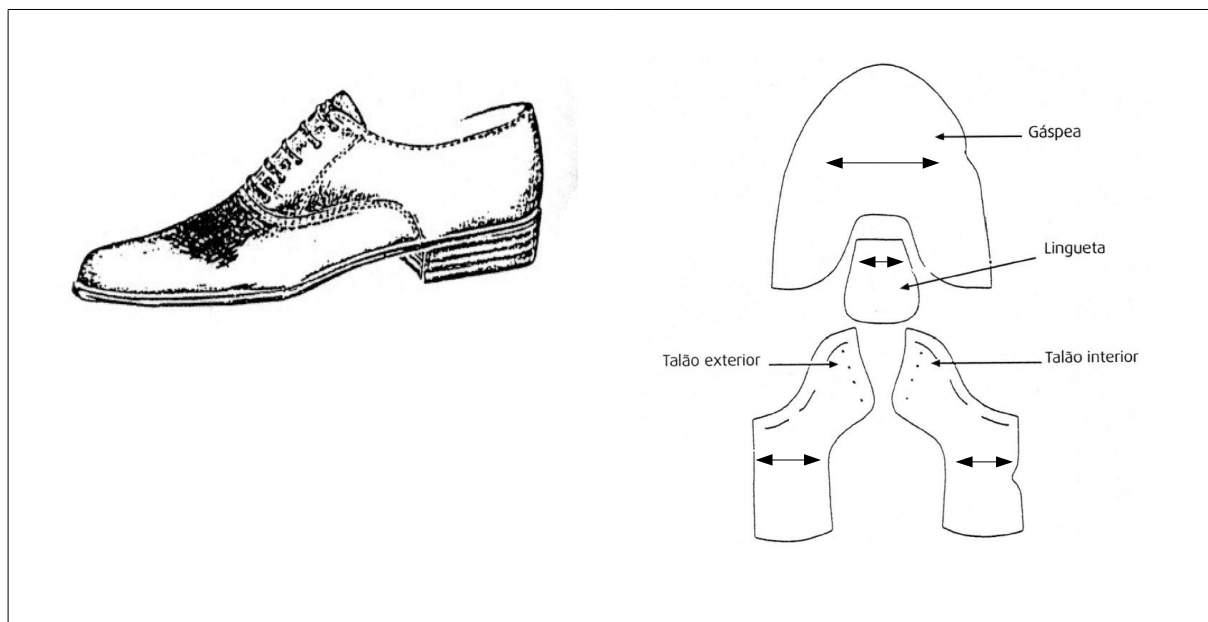


Figura 30: Direção do sentido de distensão das peças constituintes de um modelo de sapato produzido na empresa.

4.4.3 Corte de peças em pele em zonas do couro erradas de aproveitamento de pele

Os materiais naturais como o couro, possuem uma forma assimétrica e uma série de defeitos naturais provocados pela exposição da pele a fatores externos de condicionamento ao longo da vida do animal, exigindo do cortador muita astúcia e habilidade no sentido de posicionar bem os moldes para obter o máximo aproveitamento do material a ser cortado. Portanto uma pele não possui a mesma qualidade em toda a superfície, apresenta zonas mais nobres que outras, tal como se pode verificar na figura 31 que apresenta a classificação das zonas de qualidade da pele por ordem decrescente. A zona lombar da pele designada como croupon e numerada com o número 1 na figura 31, é a zona mais nobre, por ser a que está em menor contato com o chão durante a vida do animal, e é a zona selecionada para retirar as peças de calçado que vão ficar mais visíveis no modelo, como por exemplo as gáspeas.

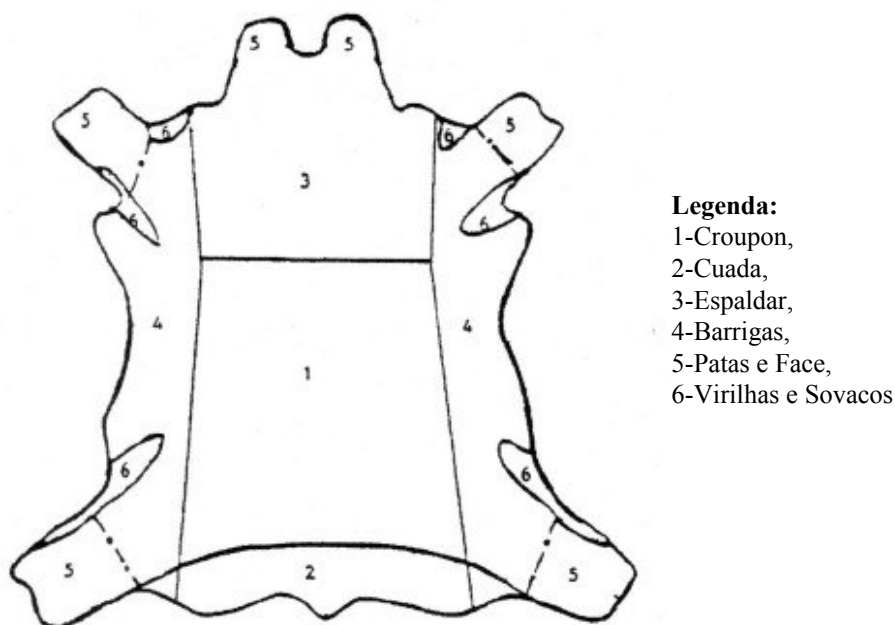


Figura 31: Classificação por ordem decrescente das zonas de qualidade da pele.

Embora o cortador tenha o objetivo de obter o máximo aproveitamento do material, deve ter sempre em conta as zonas de qualidade da pele e os critérios de prioridade da qualidade que as peças constituintes do calçado devem apresentar consoante a sua exposição na zona frontal. A figura 32 apresenta a classificação da qualidade por ordem decrescente que as peças que constituem um

modelo de calçado possuem, onde o número 1 corresponde à peça que deve possuir mais qualidade e o número 3 deve corresponder à peça com menor qualidade.

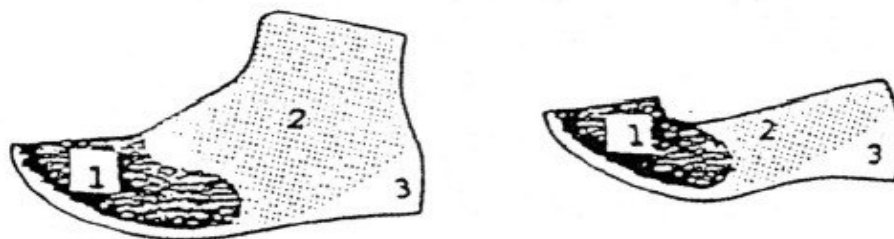


Figura 32: Classificação decrescente em termos da qualidade que as peças que constituem um modelo de calçado.

Deste modo estabeleceu-se como ação de melhoria a realização de formação para todos os cortadores sobre os critérios a seguir para um melhor aproveitamento do material tendo em consideração as zonas de qualidade da pele e a qualidade definida para as peças do modelo a cortar.

4.4.4 Cansaço visual do inspetor do posto de inspeção 1

Na empresa Sindocal o controlo em qualquer posto de inspeção é feito a 100%, ou seja, verifica-se a qualidade de todas as peças, inspecionando todos os defeitos possíveis visualmente. Este tipo de inspeção provoca algum cansaço visual, que pode dar origem a uma tendência para rejeitar algumas peças sem defeitos e para aceitar outras defeituosas. Assim propõe-se como ação de melhoria para eliminar esta causa-raiz, a realização da rotatividade entre inspetores.

4.4.5 Falta de informação do inspetor do posto de inspeção 1 (PIC 1).

Sendo a análise dos defeitos de uma pele um processo com alguma complexidade, pois a sua classificação varia com o tipo de uso final a que se destina a pele. Verifica-se que a apreciação dos defeitos fica muitas vezes ao critério da experiência do inspetor, permitindo que diferentes inspetores possam analisar de maneiras diferentes o mesmo defeito. Deste modo, tornou-se fundamental uniformizar a forma de trabalhar dos inspetores através da disponibilização de uma maior informação sobre critérios de aceitação específicos da

qualidade da pele na ficha técnica do produto para assegurar uma gestão adequada de informação, de modo a diminuir os problemas no decorrer do processo produtivo.

Em suma as ações de melhoria implementadas nesta fase encontram-se apresentada na tabela 10.

Tabela 10: Plano de ações para eliminar as causas-raiz dos defeitos críticos do processo

Potenciais Causas-Raiz	Ações de Melhoria	Implem.
Pele fornecida não conforme	- Colocar um operador na secção de recepção de matérias-primas, para verificar a qualidade das peles, antes de serem enviadas à operação de corte.	Julho 2014
Corte de peças em pele com sentido de distensão errado	- Disponibilizar aquando o corte da peças de cada modelo a ficha com o croqui das peças e modelo com o sentido de elasticidade pretendido.	Julho 2014
Corte de peças em pele em zonas do couro erradas de aproveitamento de pele	- Fornecer formação a todos os cortadores sobre os critérios a seguir para um melhor aproveitamento do material tendo em consideração as zonas de qualidade da pele e a qualidade defenida para as peças do modelo a cortar.	Sete 2014
Cansaço visual do inspetor do posto de inspeção 1	- Realizar a rotatividade entre inspetores.	Setembro 2014
Ausência de informação e formação do inspetor do posto de inspeção 1 (PIC 1).	- Incluir critérios de qualidade da pele na ficha técnica do produto para assegurar uma gestão adequada de informação, de modo a diminuir os problemas no decorrer do processo produtivo.	Dezembro 2014

4.5 Controlo – 5ª Fase DMAIC

A fase do controlo é a última fase da metodologia DMAIC e tem como objetivo controlar as ações de melhoria implementadas na fase anterior, de modo a que as soluções que foram implementadas sejam incorporadas no processo e possam ser mantidas após este projeto terminar. Para controlar as ações de melhoria implementadas, comparou-se o número de defeitos de pele detetados por pares de calçado inspecionados e o nível de sigma, durante os meses referentes a janeiro a julho de 2015, com os dados utilizados inicialmente de 2013, dado que a fase de implementação de ações de melhoria terminou em Dezembro de 2014. Também se implementou nesta fase, o controlo estatístico do processo no posto de inspeção 1, através de cartas de controlo para atributos do tipo “p” (percentagem de defeituosos), relativo aos defeitos de pele detetados. Com esta monitorização através das cartas de controlo será

possível controlar as causas-raiz detetadas na fase de análise do projeto e assegurar que as soluções anteriormente implementadas estejam interiorizadas e sejam mantidas no processo, de modo a que o processo se torne previsível e se encontre em estado de controlo estatístico.

4.5.1 Percentagem de defeitos de pele detetados por pares de calçado inspecionados

Considerando que o número de pares de calçado inspecionado de janeiro a julho de 2015 foi de 25797 pares, temos:

- Percentagem de defeitos naturais de pele (D01) por pares de calçado inspecionado,
$$\frac{601 \text{ defeitos (D01)}}{25797 \text{ pares inspecionados}} \times 100 = 2,33\%$$
- Percentagem de defeitos de pele estalada/rebentada/rasgada (D04) por pares de calçado inspecionado
$$\frac{154 \text{ defeitos (D04)}}{25797 \text{ pares inspecionados}} \times 100 = 0,60\%$$
- Percentagem de defeitos de pele com fraca textura (D05) por pares de calçado inspecionado
$$\frac{365 \text{ defeitos (D05)}}{25797 \text{ pares inspecionados}} \times 100 = 1,41\%$$

4.5.2 Cálculo da capacidade / nível sigma (z)

Para determinar o nível sigma calculou-se o número de defeitos por milhão de oportunidade (DPMO), através da equação 2 do ponto 2.2 deste trabalho. Assim considerando que o número de defeitos ocorridos de janeiro a julho de 2015 foi de 1254 defeitos, em 25797 pares inspecionados e o número de oportunidades de defeito, 38, conforme lista de defeitos em anexo I, temos:

$$\text{DPMO} = \frac{1254}{38 \times 25797} * 10^6 = 1279 \text{ defeitos por milhão,} \quad (2)$$

Após o cálculo do DPMO calculado anteriormente, foi possível estimar o nível sigma do processo, considerando o desvio de $1,5\sigma$ através da equação 3 indicada no ponto 2.2.

$$\begin{aligned}\text{Nível Sigma} &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 * \ln(DPMO)} & (3) \\ &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 * \ln(1279)} = 4,51\end{aligned}$$

Atendendo aos resultados obtidos, pode-se concluir que as ações de melhoria implementadas foram eficazes pois permitiram a redução da percentagem de defeitos de pele detetados por pares de calçado inspecionados e o aumento de 0,18 sigma no periodo de janeiro a julho de 2015, relativamente aos resultados obtidos em 2013. O processo melhorou de 4,33 Sigma para 4,51 Sigma.

4.5.3 Controlo estatístico do processo - cartas de controlo para Atributos

Neste projeto implementaram-se as cartas de controlo para atributos, devido ao tipo de dados recolhidos no processo, que são do tipo em que as características dos produtos em produção são avaliadas em termos de satisfazer ou não um dado requisito (conforme/ não conforme). Assim estas cartas permitem que a empresa possa controlar os seus produtos com defeitos, e avaliem a estabilidade da variação do processo.

Para realizar o controlo estatístico do processo de inspeção no posto 1, que foi o posto onde se detetaram uma maior percentagem de defeitos de pele, foi utilizada a carta de controlo “p”, pois permitia a análise do processo para amostras com dimensão variável. Para a construção desta carta de controlo, utilizaram-se os dados da percentagem de itens defeituosos, e efetuou-se a análise gráfica dos dados com recurso ao minitab (Stat- Control Charts- Attributes Charts- P). Efetuaram-se duas cartas de controlo, uma relativa à percentagem de defeitos de pele detetados durante o ano 2014 (figura 33) e outra para os dados relativos de janeiro a julho de 2015 (figura 34), de modo a verificar a evolução dos resultados obtidos durante e após o projeto.

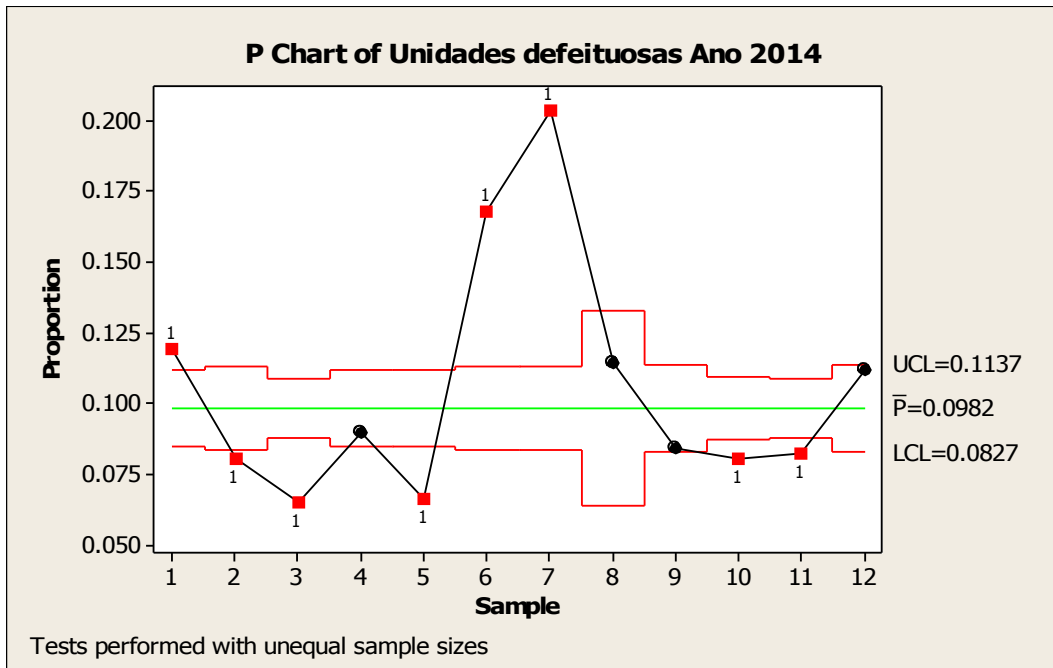


Figura 33: Carta de Controle p dos dados obtidos em 2014

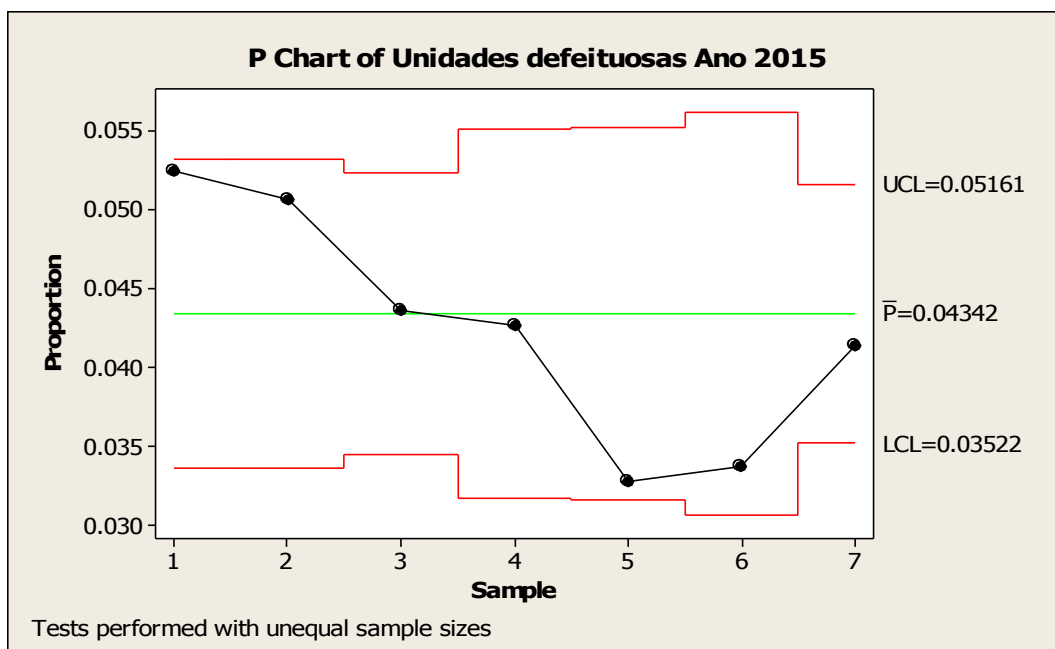


Figura 34: Carta de Controle p dos dados obtidos de janeiro a julho de 2015

Através das cartas de controle p apresentadas nas figuras 33 e 34, verifica-se uma redução da percentagem de defeitos de pele a partir de janeiro de 2015 e os pontos encontram-se todos dentro dos limites, deste modo podemos concluir que as ações implementadas foram eficazes e o processo encontra-se sobre controle estatístico.

5. Conclusão

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do projeto realizado assim como as suas limitações e ainda uma visão dos trabalhos futuros a desenvolver.

5.1 Conclusões do Projeto

Relativamente aos objetivos propostos, considero que estes foram, na sua generalidade alcançados. Este projeto teve como objetivos, a melhoria do processo de análise de defeitos numa indústria de calçado, utilizando a metodologia Seis Sigma, recorrendo às cinco etapas do DMAIC. Assim selecionou-se o projeto na primeira etapa, onde se identificou o processo de inspeção de defeitos como o processo a melhorar. Na segunda etapa, a medição, foi possível o levantamento da situação da empresa, relativamente ao desempenho do processo de inspeção, recorrendo à determinação de alguns indicadores. Identificaram-se os defeitos naturais da pele (D01), defeitos de pele estalada/rebentada/rasgada (D04), e pele com fraca textura (D05), como os defeitos com mais impacto no indicador de desempenho da qualidade e mais críticos para o processo. Através da análise do sistema de medição, concluiu-se que os inspetores possuíam uma boa repetibilidade e boa exatidão, mas na reprodutibilidade, os inspetores não estavam a medir da mesma maneira entre eles, ou seja, não utilizavam os mesmos critérios em relação à conformidade do material. Na terceira fase identificaram-se as causas-raiz que afetavam as variáveis de entrada e saída do processo de inspeção de defeitos. Estas causas estavam associadas às etapas que ocorriam antes e durante o posto de inspeção 1, ou seja, a seleção da matéria-prima, o processo de corte e no processo de inspeção. Com base na análise das causas-raiz, foi possível apresentar ações de melhoria e implementá-las na empresa durante a quarta fase. As propostas de melhoria sugeridas e implementadas neste projeto foram de encontro às necessidades da empresa, pois permitiram a redução da percentagem de defeitos de pele detetados por pares de calçado inspecionados e o aumento de

0,18 sigma no periodo de janeiro a julho de 2015, relativamente aos resultados obtidos em 2013. O processo melhorou de 4,33 Sigma para 4,51 Sigma.

Durante a realização do projeto verificaram-se algumas dificuldades a nível da implementação das melhorias identificadas, devido a alguma resistência à mudança dos métodos de trabalho por parte dos colaboradores do corte e dos próprios inspetores.

A realização deste projeto permitiu à equipa do projeto, adquirir mais conhecimento sobre algumas ferramentas da qualidade e conhecer uma metodologia que permite melhorar continuamente as suas atividades de modo a poderem aumentarem a satisfação dos seus clientes.

5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Relativamente à sugestão de trabalhos futuros, identifica-se a necessidade da realização de uma nova análise do sistema de medição, para verificar se a reprodutibilidade do sistema de medição melhorou após a implementação das medidas de melhoria identificadas. Uma vez que o tempo de realização do projeto não permitiu o desenvolvimento completo das medidas de melhoria propostas no ponto 4.2.3.6, na conclusão da análise do sistema de medição por atributo. Também identificamos a necessidade da empresa realizar uma análise de custos relativos à Qualidade, isto é, aos custos da Não-Qualidade, o que permitiria à empresa uma maior controlo de custos relativos ao desperdício.

Bibliografia

Aboelmaged, M.G. (2010), “*Six Sigma Quality: A Structured Review and Implications for future Research*”, International Journal of Quality e Reliability Management, Vol. 27, No3, pp.268-317.

Abreu, Patrícia (2011), “*Projeto Seis Sigma para melhoria do processo de análise de produtos defeituosos – Indústria Automóvel*”; Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.

APICCAPS – Associação Portuguesa dos Industriais de Calçado, Componentes, Artigos de Pele e seus Sucedâneos. “Calçado, Componentes e Artigos de Pele *MONOGRAFIA ESTATÍSTICA 2013*” (acedido em 27 de Jun. 2014). Disponível em <http://www.apiccaps.pt/c/document_library/get_file?uuid=6dec520c-c072-4159-af11-9513cf060f2e&groupId=10136>

Barney, Matt. (2002), “*Motorola's Second Generation*”. Six Sigma Forum Magazine, Milwaukee, American Society for Quality. 1(3): 13-16. May 2002.

Benham, D.; Down, M.; Cvetkovski, P.; Gruska, G. (2002), “*Measurement Systems Analysis (MSA)*”, Reference Manual, Third Edition, DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation.

Breyfogle III, Forrest W. (2003), “*Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*”, 2ª Edição, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Brook, Quentin (2006), “*Six Sigma and Minitab – A Complete Toolbox Guide for all Six Sigma Practitioners*”; QSB Consulting Ltd.

Brue, Greg (2006), “*Seis sigma for small business;*” Seis Sigma Consultants, Inc.

Carvalho, Carlos Miguel M. V. (1995), “*Captura e classificação de superfícies naturais para a indústria do calçado*”, Tese do Curso Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores.

Centro tecnológico do calçado de Portugal (2011); “*Produção Lean – Guia do Empresário por CTCP*”.

Centro tecnológico do calçado de Portugal (2011); “*Balanced Scorecard – Guia do Empresário por CTCP*”.

Courtois, Alain; Pillet, Maurice; Martin-Bonnefous, Chantal (2007), “*Gestão da Produção*”; 5ª Edição; LIDEL.

Coronado, Ricardo Banuelas, & Antony, Jiju. (2002), “*Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations*”. The TQM Magazine, Volume 14, Número 2, 92-99. doi:10.1108/09544780210416702.

CTCP, Centro tecnológico do calçado de Portugal (acedido em 27 Jun. 2014). Disponível em <<http://www.ctcp.pt/info/email/index.asp?valores=1,17,2014,3181>>.

Ferreira, Irene (2013); “*Ferramentas Avançadas da Qualidade*”. Leiria: Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Tecnologia e Gestão.

Ganhão, F. N.; Pereira, Artur (1992), “*A gestão da qualidade, como implementá-la na empresa*”, Biblioteca de gestão moderna.

George, Michael L.(2002), “*Lean Seis Sigma, Combining Six Sigma Quality With Lean Seed*”, McGraw- Hill Companies, Inc. All rights reserved.

GOAL/QPC (2002); “*The Black Belt Memory Jogger TM:A Pocket Guide for six sigma success*”.

Greenwood, Ernest (1963), “*Los Métodos de Investigación Empírica en Sociología*”, publicado na Revista Mexicana de Sociologia, vol. XXV, n.º 2, de Maio-Agosto 1963, pp. 541-574.

Kwak, Y., & Anbari, F. (2006). “*Benefits, obstacles, and future of six sigma approach Technovation*”, 26(5-6), 708-715. Elsevier. doi:10.1016/j.technovation.2004.10.003

Knowles Graeme; Whicker Linda; Femat, Javier Heraldez (2005), “*A conceptual model for application of Six Sigma methodologies to supply chain improvement*”, International Journal of Logistics: Research and Applications, Vol. 8, March 2005, 51-65.

Linderman Kevin; Schroeder Roger; Zaheer Srilata, (2003); “*Six Sigma: a goal-theoretic perspective*”, Journal of operations management 21, 193-2003.

Marques, Pedro (2012); “*DFSS e a Integração do Seis Sigma com referenciais de gestão*”; Dissertação, Universidade Nova de Lisboa.

Marques, Pedro (2014); “*Seis Sigma – Uma visão abrangente e estruturada do conceito*”; Associação Portuguesa para a Qualidade; Qualidade, Edição 01.

Mergulhão, R.C.; Martins, R. A. (2008). “*Relação entre sistemas de medição de desempenho e projetos Seis Sigma: um estudo de caso múltiplo*”. Produção, v.18, n.2, p.342-358.

Pereira, Z. L. & Requeijo, J. G. (2008), “*Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*”, 1ª Edição, Prefácio, Caparica.

Pinto, João Paulo (2014); “*Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*”; 6ª Edição, Lidel, Edições Técnicas.

Pinheiro,Thiago Henrique; Scheller , Alisson Christian; Miguel, Paulo A Cauchick (2013); “*Integração do Seis Sigma com o Lean Production: Uma Análise por meio de múltiplos casos*”. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.13, n. 4, p. 1297-1324, out./dez. 2013.

Weber, Luciane Hilgert (2005); “*Análise das etapas de implementação do seis sigma incorporando atributos promotores de aprendizagem organizacional*”; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Seta – Desenvolvimento Gerencial. (acedido em 12 Dez. 2014). Disponível em <<http://www.setadg.com.br/textos/6/seis-sigma.html>>.

Suporte ao minitab. (acedido em 24 Set. 2014). Disponível em <<http://support.minitab.com/pt-br/minitab/17/topic-library/quality-tools/measurement-system-analysis/basics/about-measurement-systems-analysis/>>.

Anexos

Anexo I – Lista de Defeitos

Cód	Defeito	Cód	Defeito
01	Defeitos naturais de pele (rugos,veias,cicatrices, manchas, picadelas)	20	Peça mal orlada
02	Golpes/ Marcas de fabricação provocadas na pele (cortes/queimaduras/marcas da lixa)	21	Peça danificada a rentear
03	Defeito do Acabamento da pele (flor solta, falta de flor, falhas de cor na flor)	22	Defeito de testeira/ mal colocada
04	Pele estalada /rebentada/ rasgada	23	Costura rebentada
05	Pele Quebrada/ Partida/ Fraca textura/ Com engelhas/ Pêlo no carmaz	24	Forro descolado
06	Pele manchada com tinta / cola	25	Costura da vira com defeito/ com orifícios de agulha na vira (palmilhado)
07	Pele com diferenças de Tonalidade/ Gravado	26	Defeito de contraforte/ mal moldado
08	Sentido de distensão da peça incorreto	27	Pé mal montado/ biqueira desalinhada / traseira torta
09	Gáspea mal vergada	28	Costura da sola com defeito/ com orifícios de agulha na sola(ponteados)
10	Elásticos com golpes/ marcas/ manchas/ cola	29	Fissuras entre a vira e a entressola
11	Peça mal faceada/ igualizada	30	Diferenças na altura da traseira
12	Peça mal referenciada/ timbrada	31	Sola descolada (ou com algumas fissuras abertas na união da sola com a entressola)
13	Costuras incompletas/ em falta	32	Sola borracha com buracos (após lixar)
14	Costuras tortas/ irregulares	33	Tacão couro com fissuras (após lixar)
15	Furos ou peças metálicas desalinhadas / ou em falta	34	Sola ou tacão mal cardado / lixado
16	Orifícios de agulha na pele (ao descoser ou reparar peças)	35	Pregos à vista no exterior da sola ou interior da palmilhado
17	Costura com ponto corrido/ ponto falso	36	Peças/Pés em falta
18	Má sobreposição de peças	37	Defeito sola PU
19	Talões desnivelados	38	Defeito sola TR

Anexo II- Dados obtidos do estudo R&R

Peça	Resultados Observados Insetores A.B.C									Resultado Esperado
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3	
1	C	C	C	NC	NC	NC	NC	NC	NC	C
2	C	C	C	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
3	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
4	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
5	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6	C	C	C	NC	NC	NC	C	C	C	C
7	C	C	C	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
8	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
9	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10	C	C	C	C	C	NC	NC	C	C	C
11	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
12	C	C	C	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
13	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
14	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
15	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
16	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
17	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
18	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
19	NC	NC	NC	C	C	C	NC	NC	NC	C
20	C	C	NC	NC	NC	NC	C	C	C	C
21	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
22	NC	NC	C	C	C	NC	C	C	C	C
23	C	C	C	C	C	C	C	C	NC	C
24	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
25	C	C	C	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
26	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
27	NC	C	C	NC	C	NC	C	C	C	C
28	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
29	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
30	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
31	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
32	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
33	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
34	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
35	C	C	C	NC	C	NC	C	NC	C	C
36	C	C	C	C	NC	NC	NC	C	C	C
37	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
38	C	C	C	C	C	C	NC	NC	NC	NC
39	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
40	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
41	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
42	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
43	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
44	NC	NC	C	NC	C	C	NC	NC	NC	NC
45	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
46	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
47	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
48	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
49	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
50	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Anexo III- Registo de Inspeção de Pele

Parâmetros a Inspeccionar																
a) Quantidade b) Cor b) Área b) Resistência do Acabamento (excepto forro, nobuk e camurça) b) Flor solta (excepto forro, nobuk e camurça) b) Espessura (excepto forro quando a espessura não é especificada)	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmar se a quantidade recebida da matéria-prima é a mesma que vem no documento do fornecedor e na requisição de compra. • Confirmar se a cor recebida da matéria-prima é a mesma que vem no documento do fornecedor e requisição de compra. • Medir no medidor (tolerância total $\pm 3\%$). • Adesão do acabamento com fita cola. • Colar uma tira de fita cola no lado do carmaz da pele, dobrar a pele, verificar o aspeto do lado da flor, com a pele dobrada; se a flor da pele se apresentar empolada será sintoma de flor solta . • Efetuar a medição em três pontos equidistantes, no espaldar, croupen e na cuada da amostra e calcular o valor médio (tolerância de $\pm 0,1\text{mm}$ para espessuras pedidas inferiores a 1,2 mm e tolerância de 0,2mm para espessuras pedidas superiores ou iguais a 1,2 mm). 															
Quantidade a Inspeccionar: a) Nº de pacotes recebidos b) <u>Se recepcionar (1ª verificação):</u> Até 1.000 pés ² – Inspeccionar 1 pacote ou 4 peles De 1.001 a 5.000 pés ² - Inspeccionar 2 pacotes ou 8 peles De 5.001 a 10.000 pés ² - Inspeccionar 3 pacotes ou 12 peles Mais de 10.000 pés ² - Inspeccionar 3 pacotes p/cada 5000 pés	Critério de Rejeição: a) Rejeitar excedente se for superior a 15% no total da encomenda b) Repetir ensaio de inspeção se detetar mais de 50% de pele não conforme para confirmar a rejeição <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Critério de Rejeição</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Ensaio de confirmação de rejeição</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Rejeitar se:</th> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">3 peles não conformes</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Inspeccionar 1 pacote ou 4 peles</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">> 3 peles não conformes</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">4 peles não conformes</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Inspeccionar 2 pacotes ou 8 peles</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">> 4 peles não conformes</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">6 peles não conformes</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Inspeccionar 3 pacotes ou 12 peles</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">> 6 peles não conformes</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">> 8 peles NC por cada 5000 pés</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Inspeccionar 3 pacotes ou 12 peles por cada 5000 pés</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">> 8 peles NC por cada 5000 pés</td> </tr> </table>	Critério de Rejeição	Ensaio de confirmação de rejeição	Rejeitar se:	3 peles não conformes	Inspeccionar 1 pacote ou 4 peles	> 3 peles não conformes	4 peles não conformes	Inspeccionar 2 pacotes ou 8 peles	> 4 peles não conformes	6 peles não conformes	Inspeccionar 3 pacotes ou 12 peles	> 6 peles não conformes	> 8 peles NC por cada 5000 pés	Inspeccionar 3 pacotes ou 12 peles por cada 5000 pés	> 8 peles NC por cada 5000 pés
Critério de Rejeição	Ensaio de confirmação de rejeição	Rejeitar se:														
3 peles não conformes	Inspeccionar 1 pacote ou 4 peles	> 3 peles não conformes														
4 peles não conformes	Inspeccionar 2 pacotes ou 8 peles	> 4 peles não conformes														
6 peles não conformes	Inspeccionar 3 pacotes ou 12 peles	> 6 peles não conformes														
> 8 peles NC por cada 5000 pés	Inspeccionar 3 pacotes ou 12 peles por cada 5000 pés	> 8 peles NC por cada 5000 pés														
Classificação do fornecimento (IQ = IQ1 + IQ2): IQ1 = 50 - 50 *(Qtd. Rejeitada/Qtd. Recebida) IQ2 = 50 - Σ Deméritos Deméritos: - Não cumprimento do prazo de entrega: 20 - Engano nas Quantidades Fornecidas: 20 - Engano na Factura: 10																

RECEÇÃO ARMAZÉM MATÉRIA-PRIMA	DOCUMENTO DO FORNECEDOR	INSPEÇÃO MATÉRIA-PRIMA					
DATA RECEÇÃO:	Nº GUIA E/OU FATURA:	QUANTIDADE (pés ² ou dm ²)	COR	VARIAÇÃO ÁREA (pés ² ou dm ²) ($\pm 3\%$)	ESPESSURA $\pm 0,1\text{mm}$ (<1,2 mm) $\pm 0,2\text{mm}$ ($\geq 1,2$ mm)	RESISTÊNCIA DO ACABAMENTO	FLOR SOLTA
LOTE:	FORNECEDOR:	Recebida: _____	Recebida: _____	Varição Média: _____	Espessura Média: _____	C/NC: _____	C/NC: _____
REFERÊNCIA INTERNA:	DESIGNAÇÃO/ ESPESSURA:	_____	_____	_____	_____	_____	_____
DESIGNAÇÃO INTERNA:	QUANTIDADE : COR:	C/NC: _____	C/NC: _____	C/NC: _____	C/NC: _____	_____	_____
Rúbrica do responsável de inspeção : _____							
CLASSIFICAÇÃO DO FORNECIMENTO							
OBSERVAÇÕES:	AVALIAÇÃO *caso algum parâmetro inspeção NC Aceitar ___ / Rejeitar ___ /Reclassificar ___ Registo reclamação ao fornecedor : NÃO ___ SIM ___ Nº _____ Data: ___/___/___	DEMÉRITOS IQ1= _____ Produto Rejeitado: _____ IQ2: _____ Prazo entrega: _____ Quantidade: _____ Faturo: _____	CLASSIFICAÇÃO IQ= IQ1+IQ2= _____				
Rúbrica Responsável de Compras/ Aprovisionamento: _____							

Anexo IV- Ficha de Registo de Inspeção
