

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

VINÍCIUS JOÃO LAZZARI

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO PROCESSO DE  
USINAGEM: PESQUISA-AÇÃO NA EMPRESA MICROINOX FUNDIÇÃO  
DE PRECISÃO E USINAGEM LTDA**

**CAXIAS DO SUL**  
**2017**

**VINÍCIUS JOÃO LAZZARI**

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO PROCESSO DE  
USINAGEM: PESQUISA-AÇÃO NA EMPRESA MICROINOX FUNDIÇÃO  
DE PRECISÃO E USINAGEM LTDA**

Trabalho de Conclusão da  
Disciplina de Estágio II,  
apresentado como requisito parcial  
para a conclusão do curso de  
Engenharia de Produção da  
Universidade de Caxias do Sul.

Orientador Prof. Dr. Ademar  
Galelli.

## **CAXIAS DO SUL**

**2017**

### **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, meus pais Fortunata E. Ballardin Lazzari e Nivaldo Domingos Lazzari por todo o apoio, educação, princípios e dedicação desde meus primeiros anos de vida, e, também, no decorrer da minha formação.

A minha mulher, namorada e amiga, Patrícia Castilhos, por todo apoio e ajuda no decorrer desta graduação, principalmente no auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho.

A minha irmã Karine Lazzari e meu cunhado Cesar Bazzi por participarem desta caminhada e aconselhar-me em momentos de dúvida.

Em especial aos professores Ademar Galelli, Gabriel Vidor e Carlos Fernando Geremia por todo o auxílio, explicações e orientações para que fosse possível a realização e conclusão deste trabalho.

A empresa Microinox Fundição de Precisão e Usinagem Ltda. e a todas as pessoas que lá trabalham, pois foram fundamentais no fornecimento dos dados para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

E a todos que, de alguma forma, estiveram do meu lado me auxiliando para que este trabalho pudesse ser concluído e por consequência na conclusão desta graduação.



“Se não puder voar, corra.  
Se não puder correr, ande.  
Se não puder andar, rasteje.  
Mas continue em frente de qualquer jeito.”

**Martin Luther King**

## **RESUMO**

No cenário econômico atual torna-se fundamental que as empresas busquem reduzir seus custos da não qualidade. Com um bom gerenciamento, controle e identificação das causas geradoras destas perdas, auxiliadas pelas ferramentas da qualidade, e com o emprego da metodologia de qualidade total, tende-se a reduzir o índice de refugo na linha de produção de usinagem, e isso tem impacto direto e significativo na satisfação dos clientes. Este trabalho aborda a utilização de três ferramentas da qualidade: diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa e controle estatístico de processo, implementados no setor de usinagem da empresa Microinox Fundição de Precisão e Usinagem Ltda. Além destes, a utilização do método de categorização pela curva ABC foi fundamental para escolha dos principais itens defeituosos junto com a metodologia 8D e *brainstorming*. Foram analisados os modelos que melhor se adaptassem às necessidades do setor e, então, estes foram reajustados para serem implantados para buscar a redução do índice de refugo e conseqüentemente minimizar os custos da não qualidade. Em termos quantitativos, conseguiu-se atingir um índice médio de refugo no setor de 2,86%, o que gerou uma redução de 48,74% dentro do custo total da não qualidade. Demonstra-se, assim, que é possível alcançar ganhos significativos aplicando uma metodologia para análise e resolução dos problemas tendo como objetivo encontrar a causa raiz dos mesmos, melhorando o monitoramento dos processos de usinagem, aumentando assim a qualidade dos produtos, a satisfação do cliente e a rentabilidade da organização. ■

**Palavras-chave:** Ferramentas da Qualidade. Custo da não Qualidade. Redução de refugos. Setor de Usinagem.

## LISTA DE FIGURAS

<a href="#"><u>Figura 1 – Indicador de Performance de Processo 2016.</u></a>	<a href="#"><u>10</u></a>
<a href="#"><u>Figura 2 – Empresas do Grupo RIZZI</u></a>	<a href="#"><u>13</u></a>
<a href="#"><u>Figura 3 – Produtos e Setores de atuação da Microinox</u></a>	<a href="#"><u>14</u></a>
<a href="#"><u>Figura 4 – Organograma da Empresa</u></a>	<a href="#"><u>15</u></a>
<a href="#"><u>Figura 5 – Evolução do Conceito da Qualidade ao longo da história</u></a>	<a href="#"><u>18</u></a>
<a href="#"><u>Figura 6 – Gráfico da Evolução da Qualidade</u></a>	<a href="#"><u>21</u></a>
<a href="#"><u>Figura 7 – Classificação dos Custos da Qualidade</u></a>	<a href="#"><u>23</u></a>
<a href="#"><u>Figura 8 – Diagrama de Pareto</u></a>	<a href="#"><u>29</u></a>
<a href="#"><u>Figura 9 – As 7 Ferramentas da Qualidade.</u></a>	<a href="#"><u>33</u></a>
<a href="#"><u>Figura 10 – Layout Setor de Usinagem</u></a>	<a href="#"><u>39</u></a>
<a href="#"><u>Figura 11 – Custos da não Qualidade na Usinagem</u></a>	<a href="#"><u>41</u></a>
<a href="#"><u>Figura 12 – Fases para aplicação do trabalho</u></a>	<a href="#"><u>43</u></a>
<a href="#"><u>Figura 13 – Cronograma das Etapas</u></a>	<a href="#"><u>50</u></a>
<a href="#"><u>Figura 14 – Setor de Produção da Usinagem</u></a>	<a href="#"><u>53</u></a>
<a href="#"><u>Figura 15 – Gaiola de Peças não Conformes</u></a>	<a href="#"><u>54</u></a>
<a href="#"><u>Figura 16 – Relação de Códigos de Defeitos</u></a>	<a href="#"><u>55</u></a>
<a href="#"><u>Figura 17 – Relatório diário de Apontamento do Refugo.</u></a>	<a href="#"><u>56</u></a>
<a href="#"><u>Figura 18 – Indicador de Performance de Processo de 2016.</u></a>	<a href="#"><u>57</u></a>
<a href="#"><u>Figura 19 – Relatório Geral acumulado por item em 2016</u></a>	<a href="#"><u>58</u></a>
<a href="#"><u>Figura 20 – Curva ABC código de refugo</u></a>	<a href="#"><u>59</u></a>
<a href="#"><u>Figura 21 – Defeitos referentes ao primeiro item da curva A</u></a>	<a href="#"><u>60</u></a>

<a href="#"><u>Figura 22 – Defeitos referentes ao segundo item da curva A</u></a>	<a href="#"><u>61</u></a>
<a href="#"><u>Figura 23 – Dispositivo funcional do item MX 5543</u></a>	<a href="#"><u>62</u></a>
<a href="#"><u>Figura 24 – Barra para Mandrilar diâmetro</u></a>	<a href="#"><u>64</u></a>
<a href="#"><u>Figura 25 – Carta CEP para diâmetro 14,996 à 15,034</u></a>	<a href="#"><u>65</u></a>
<a href="#"><u>Figura 26 – custo da não qualidade pelo código 51 e 70</u></a>	<a href="#"><u>66</u></a>
<a href="#"><u>Figura 27 – Custo da não qualidade MX 5543 antes e após a implementação.</u></a>	<a href="#"><u>67</u></a>
<a href="#"><u>Figura 28 – Custo da não qualidade MX 4965 antes e após a implementação.</u></a>	<a href="#"><u>68</u></a>
<a href="#"><u>Figura 29 – Indicador de Performance de Processo - 2017</u></a>	<a href="#"><u>69</u></a>

## **LISTA DE QUADROS**

<a href="#"><u>Quadro 1 – Custos de Prevenção</u></a>	<a href="#"><u>24</u></a>
<a href="#"><u>Quadro 2 – Custos de Avaliação</u></a>	<a href="#"><u>25</u></a>
<a href="#"><u>Quadro 3 – Custos de Falha Interna</u></a>	<a href="#"><u>26</u></a>
<a href="#"><u>Quadro 4 – Custos de Falha Externa</u></a>	<a href="#"><u>27</u></a>
<a href="#"><u>Quadro 5 – Plano de Ação 5W2H</u></a>	<a href="#"><u>37</u></a>
<a href="#"><u>Quadro 6 – Descrição e verificação do processo atual</u></a>	<a href="#"><u>44</u></a>
<a href="#"><u>Quadro 7 – Identificação dos itens com maior reincidência</u></a>	<a href="#"><u>44</u></a>
<a href="#"><u>Quadro 8 – Identificação dos tipos de defeitos encontrados</u></a>	<a href="#"><u>45</u></a>
<a href="#"><u>Quadro 9 – Classificação dos defeitos com maior reincidência</u></a>	<a href="#"><u>46</u></a>
<a href="#"><u>Quadro 10 – Tomada de ações nas principais causas</u></a>	<a href="#"><u>47</u></a>
<a href="#"><u>Quadro 11 – Avaliação de desempenho antes e depois da implantação</u></a>	<a href="#"><u>48</u></a>
<a href="#"><u>Quadro 12– Análise e apresentação dos resultados</u></a>	<a href="#"><u>49</u></a>

## LISTA DE SIGLAS

MX	Microinox Fundição de Precisão e Usinagem LTDA
MASP	Método de Análise e Soluções de Problemas
SGI	Sistema de Gestão Integrada
APQP	Planejamento avançado da qualidade do produto
ISO	<i>International Standardization Organization</i> - Organização Internacional para Padronização
PDCA	Planejar, Fazer, Checar e Agir ( <i>Plan, do, check, act</i> )
TQC	Total Quality Control
CNC	Comando numérico computadorizado
QT	Qualidade Total
IT	Instrução de Trabalho

## SUMÁRIO

<u>1</u>	<u><b>INTRODUÇÃO</b></u>	<b>8</b>
<u>1.1</u>	<u>CONTEXTUALIZAÇÃO</u>	9
<u>1.2</u>	<u>JUSTIFICATIVA</u>	11
<u>1.3</u>	<u>OBJETIVOS</u>	12
<u>1.3.1</u>	<u>Objetivo geral</u>	12
<u>1.3.2</u>	<u>Objetivos específicos</u>	12
<u>1.4</u>	<u>PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DO TRABALHO</u>	13
<u>1.5</u>	<u>ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO</u>	15
<u>2</u>	<u><b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b></u>	<b>17</b>
<u>2.1</u>	<u>GESTÃO DA QUALIDADE</u>	17
<u>2.1.1</u>	<u>Definição de Qualidade</u>	18
<u>2.1.2</u>	<u>Evolução da Qualidade</u>	19
<u>2.2</u>	<u>CUSTOS DA QUALIDADE</u>	21
<u>2.2.1</u>	<u>Definição dos Custos da Qualidade</u>	21
<u>2.2.2</u>	<u>Utilização dos Custos da Qualidade em programas de melhorias</u>	28
<u>2.2.3</u>	<u>Apresentação dos Custos da Qualidade</u>	28
<u>2.2.4</u>	<u>Tomada de decisão baseada nos custos da Qualidade</u>	29
<u>2.3</u>	<u>CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL</u>	30
<u>2.3.1</u>	<u>Objetivos do Controle Total da Qualidade</u>	30
<u>2.3.2</u>	<u>Conceitos do Controle total da Qualidade</u>	31
<u>2.3.3</u>	<u>TQC Segundo os Principais Autores</u>	31
<u>2.4</u>	<u>FERRAMENTAS DA QUALIDADE</u>	33
<u>2.4.1</u>	<u>FLUXOGRAMA</u>	34
<u>2.4.2</u>	<u>DIAGRAMA DE PARETO</u>	34
<u>2.4.3</u>	<u>CARTAS DE CONTROLE</u>	34
<u>2.4.4</u>	<u>FOLHA DE VERIFICAÇÃO</u>	35

<a href="#"><u>2.4.5</u></a>	<a href="#"><u>HISTOGRAMA</u></a>	35
<a href="#"><u>2.4.6</u></a>	<a href="#"><u>GRÁFICOS DE DISPERSÃO</u></a>	35
<a href="#"><u>2.4.7</u></a>	<a href="#"><u>DIAGRAMA DE CAUSA-EFEITO</u></a>	35
<a href="#"><u>2.4.8</u></a>	<a href="#"><u>5 PORQUÊS</u></a>	36
<a href="#"><u>2.4.9</u></a>	<a href="#"><u>BRAINSTORMING</u></a>	36
<a href="#"><u>2.4.10</u></a>	<a href="#"><u>5W2H</u></a>	36
<a href="#"><u>3</u></a>	<a href="#"><u>PROPOSTA DE TRABALHO</u></a>	38
<a href="#"><u>3.1</u></a>	<a href="#"><u>CENÁRIO ATUAL</u></a>	38
<a href="#"><u>3.1.1</u></a>	<a href="#"><u>SETOR DE PRODUÇÃO DA USINAGEM</u></a>	40
<a href="#"><u>3.1.2</u></a>	<a href="#"><u>CONTROLE DA NÃO CONFORMIDADE</u></a>	41
<a href="#"><u>3.2</u></a>	<a href="#"><u>FASES DO TRABALHO</u></a>	42
<a href="#"><u>3.2.1</u></a>	<a href="#"><u>1ª Fase – Descrição e verificação do processo atual</u></a>	43
<a href="#"><u>3.2.2</u></a>	<a href="#"><u>2ª Fase – Identificação dos itens com maior reincidência</u></a>	44
<a href="#"><u>3.2.3</u></a>	<a href="#"><u>3ª Fase – Identificação dos tipos de defeitos encontrados</u></a>	45
<a href="#"><u>3.2.4</u></a>	<a href="#"><u>4ª Fase – Classificação dos defeitos com maior reincidência</u></a>	46
<a href="#"><u>3.2.5</u></a>	<a href="#"><u>5ª Fase – Tomada de ação nas principais causas</u></a>	46
<a href="#"><u>3.2.6</u></a>	<a href="#"><u>6ª Fase – Avaliação de desempenho antes e depois da implantação</u></a>	48
<a href="#"><u>3.2.7</u></a>	<a href="#"><u>7ª Fase – Análise e apresentação dos resultados</u></a>	48
<a href="#"><u>3.3</u></a>	<a href="#"><u>CRONOGRAMA DAS ETAPAS</u></a>	49
<a href="#"><u>3.4</u></a>	<a href="#"><u>CONSIDERAÇÕES</u></a>	50
<a href="#"><u>4</u></a>	<a href="#"><u>IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO</u></a>	52
<a href="#"><u>4.1</u></a>	<a href="#"><u>1ª FASE – Descrição e verificação do processo atual</u></a>	52
<a href="#"><u>4.2</u></a>	<a href="#"><u>2ª FASE – Identificação dos itens com maior reincidência</u></a>	57
<a href="#"><u>4.3</u></a>	<a href="#"><u>3ª FASE – Identificação dos tipos de defeitos encontrados</u></a>	59
<a href="#"><u>4.4</u></a>	<a href="#"><u>4ª FASE – Classificação dos defeitos com maior reincidência</u></a>	60
<a href="#"><u>4.5</u></a>	<a href="#"><u>5ª FASE – Tomada de ação nas principais causas</u></a>	61

4.6      6ª FASE – Avaliação de desempenho antes e depois da implantação 65

4.7      7ª FASE – Análise e apresentação dos resultados 67

5        CONCLUSÃO 70

REFERÊNCIAS 72

APÊNDICE A – SELEÇÃO DO GRUPO DE PEÇAS COM MAIOR REPRESENTAÇÃO NO CUSTO DA NÃO QUALIDADE 74

APÊNDICE B – LISTA DE DEFEITOS PELA QUANTIDADE E CUSTO 75

APÊNDICE C – FORMULÁRIO BRAINSTORMING 76

APÊNDICE D - FORMULÁRIO 8 77

- **INTRODUÇÃO**

Atualmente, é importante para todos os segmentos de mercado, encontrar diferenciais para a sobrevivência neste ambiente competitivo. Para Campos (2004a), garantir a sobrevivência de uma empresa é cultivar uma equipe de pessoas que saiba montar e operar um sistema, que seja capaz de projetar um produto e que conquiste a preferência do consumidor a um custo inferior ao de seu concorrente.

Empresas prestadoras de serviços de usinagem também precisam estar adequadas ao mercado e, ultimamente, estão focadas em melhorar continuamente seus serviços. Para manter preços competitivos é preciso reduzir custos dentro da organização, como exemplo a redução de refugos, sem deixar de lado a qualidade dos produtos oferecidos.

Uma maneira eficiente de reduzir custos é evitar as não conformidades. Todo desperdício de material, mão de obra mal direcionada e tempo perdido geram prejuízos à empresa. Desta forma, segundo Moura (2013), é relevante a aplicação da metodologia de melhoria contínua dentro dos processos de uma empresa. Quando os custos com não conformidades são altos é necessário que se reveja os processos e reduza a ocorrência de

qualquer tipo de problema. É importante, então, que a empresa esteja continuamente aperfeiçoando seus métodos e processos.

Dentro do Controle da Qualidade Total, utilizando MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas) em conjunto com as ferramentas da qualidade, pode-se encontrar opções para aperfeiçoar continuamente os processos, e garantir que o cliente continue recebendo um produto de qualidade e a organização atingindo uma maior rentabilidade. Quando se tem controle sobre as ações realizadas na empresa, utilizando as ferramentas adequadas da qualidade, é possível reduzir retrabalhos, refugos e eliminar problemas, assim focando em modificações que busquem otimizar o tempo dos processos.

Visando todas essas melhorias, o presente trabalho objetiva propor uma alternativa para baixar o percentual de refugos em uma linha de peças, que requer processo de usinagem, na empresa Microinox, localizada em Caxias do Sul - RS. Com uma pesquisa bibliográfica sobre o tema pode-se verificar a possibilidade de aplicar os conceitos pesquisados em uma situação real de processo de usinagem, realizando a aplicabilidade de algumas ferramentas da qualidade.

Inicialmente pretende-se realizar *brainstorming* com todos os envolvidos no processo, após será construído um diagrama de Pareto para a detecção das falhas de maior relevância, até se chegar na identificação da(s) causa(s) raiz(es) através do 5 Porquês e diagrama de Ishikawa. Após estas etapas será realizado um planejamento utilizando o método 5W2H a fim de estruturar e apontar os responsáveis por cada ação a ser adotada.

## CONTEXTUALIZAÇÃO

A empresa Microinox Fundição de Precisão e Usinagem Ltda. visa fornecer a seus clientes serviço de qualidade no que diz respeito a peças originadas do processo de microfundição (cera perdida) e concluídas por outras operações como usinagem, retífica, brochamento, tratamento térmico, indução e montagem. Busca, assim, atender por completo as exigências e características que cada cliente/produto especifica em desenho.

Novos desenvolvimentos surgem mensalmente de diferentes segmentos, já que a política comercial da empresa tem em vista a diversidade de clientes e suas diferentes áreas de atuação. Pensando desta forma, a Engenharia de Processo precisa estar preparada para projetar diferentes sistemas de processamento e métodos de controle para assegurar a qualidade do produto.

Os clientes da empresa buscam cada vez mais por prestadores de serviço com melhor capacidade técnica, que contenham maior diversidade de processos, com diferentes tecnologias, e um sistema fabril flexível capaz de acompanhar a oscilação da demanda exigida pelo mercado, respeitando os prazos de entregas, com a menor variabilidade possível no processo e respeitando preços competitivos. Estes são fatores indispensáveis e determinantes para a escolha dos clientes. Atender todos estes requisitos é sinal de novos negócios.

Desta forma, para que a empresa consiga ser sustentável, um dos indicadores (Figura 1), monitorado diariamente pelos gestores, é o indicador de performance de processos que leva em conta todas as perdas dentro da organização versus faturamento bruto.

Este indicador apresenta um dos principais objetivos da organização e tem como meta estar abaixo de 5%. Seu resultado pode fazer com que a empresa deixe de ser não rentável e se torne sustentável, ou, até mesmo, melhorar a sua lucratividade.

Figura 1 – Indicador de Performance de Processo 2016.



processos.

Garvin (2002) enfatiza que qualidade e custo possuem uma relação inversa entre eles, ou seja, custos associados a melhorias da qualidade são proporcionalmente menores que o gasto resultante com retrabalho, sucateamento e com garantias. Pensando desta forma, é fácil entender os motivos pelos quais os japoneses trabalham com “melhoria contínua”, tratando da qualidade com significado de zero defeitos.

Para a empresa, a utilização de algumas das ferramentas da qualidade atrelada ao conceito de qualidade total é fundamental para encontrar soluções definitivas quanto à correção dos defeitos dentro dos processos de produção. A utilização de uma metodologia adequada vai atuar nas causas-raízes dos problemas de forma que as mesmas sejam eliminadas, gerando processos alternativos e utilizando ferramentas que possam combater e prevenir novos defeitos ou até mesmo a reincidência destes. Para isto, deve-se trabalhar com a melhoria contínua, documentar os procedimentos adotados dentro da organização e treinar os agentes atuadores inseridos entre os diferentes processos.

## JUSTIFICATIVA

O controle da não conformidade dentro da organização é acompanhado diariamente pelos setores da Produção, Qualidade e Engenharia de Processo através de reuniões, gerando assim uma sequência de ações e seus respectivos responsáveis. Isto garante a qualidade dos serviços e evita que o cliente receba peças não conformes, defeituosas.

No entanto, sem o estudo aprofundado das causas geradoras destes defeitos, pode-se estar resolvendo momentaneamente os problemas, resguardando apenas o cliente quanto ao recebimento de um produto com defeito. Mas no que diz respeito à empresa, uma vez que a maioria dos defeitos só é encontrada nas etapas finais da produção, todo tempo, energia, matéria-prima, mão de obra e insumos destinados a sua fabricação são contabilizados como perdas, um custo que a empresa muitas vezes não consegue nem mesmo mensurar com exatidão.

Como a prática atual adotada pela organização para análise e resolução dos problemas vem sendo cada vez mais questionada e demonstrando-se ineficiente, a empresa vem buscando alternativas e trabalhando fortemente para reduzir este percentual.

De acordo com Marshall Junior et al. (2006, p. 92 e 93):

Problema é o efeito indesejado de um processo; é um resultado com o qual não se está satisfeito. Sendo a meta o resultado desejado de um processo, problema é uma meta que não foi alcançada. É importante separar efeito de causa, pois, para o mesmo problema, pode-se ter uma série de causas, que uma vez eliminadas ou controladas, farão com que o problema seja solucionado ou fique sob controle.

Diante destas condições, pode-se dizer que se faz cada vez mais necessária a aplicação das ferramentas da qualidade com base no conceito de qualidade total, a fim de mensurar e indicar onde se encontram os maiores desperdícios entre os processos de usinagem. Assim, serão elaboradas melhorias fazendo com que o processo tenha a menor variabilidade possível, atuando nas suas causas raízes, forçando a redução nos refugos, contribuindo automaticamente também na redução do custo da não qualidade e, conseqüentemente, aumentando ainda mais sua credibilidade perante a comunidade e seus clientes.

## OBJETIVOS

Nas seções 1.3.1 e 1.3.2 serão definidos o objetivo geral e os objetivos específicos, nesta ordem. Os objetivos específicos serão citados sucessivamente, de modo a observar a execução das tarefas e a análise dos resultados obtidos.

### **Objetivo geral**

O presente trabalho tem por objetivo geral implementar ferramentas da qualidade, auxiliando na tomada de decisões e possibilitando assim reduzir o índice de não conformidades do setor de usinagem na empresa Microinox.

## **Objetivos específicos**

Para o atendimento do objetivo geral deste trabalho foram estabelecidos os objetivos específicos:

- verificar o índice global de peças defeituosas do setor de usinagem;
- definir o item produzido com o maior custo da não qualidade;
- identificar os tipos de defeitos encontrados;
- classificar os defeitos com maior reincidência;
- atuar nas principais causas;
- avaliar as intervenções e mudanças implementadas.

## **PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DO TRABALHO**

O estudo será realizado junto à empresa Microinox Fundição de Precisão e Usinagem Ltda., empresa brasileira que pertence ao grupo Rizzi (Figura 2). Suas atividades foram iniciadas em 8 de agosto de 1980. A Microinox atuou de forma independente até 1993, quando a empresa foi incorporada à Lupatech S.A. como uma divisão. Em 2012, comprada pelo Grupo Rizzi, passou a ser uma filial da empresa Hidro Jet Equipamentos Hidráulicos Ltda.

Atualmente a empresa produz peças para diferentes aplicações e dentro de rígidos padrões internacionais de qualidade. Tem uma área construída de aproximadamente 7.400 m<sup>2</sup>, um quadro de 190 colaboradores e é a maior planta do gênero da América do Sul com capacidade produtiva atual de 140 toneladas/mês.

Figura 2 – Empresas do Grupo RIZZI



Fonte: Microinox (2016)

A Microinox é uma divisão da empresa Hidro Jet Equipamentos Hidráulicos Ltda., pertencente ao Grupo Rizzi, especializada na fabricação e fornecimento de peças e componentes (conjuntos e subconjuntos) pelo processo de fundição de precisão, dentro dos níveis internacionais de qualidade (MICROINOX, 2016).

Alguns dos produtos e setores em que a empresa atua são mostrados na Figura 3.

Figura 3 – Produtos e Setores de atuação da Microinox



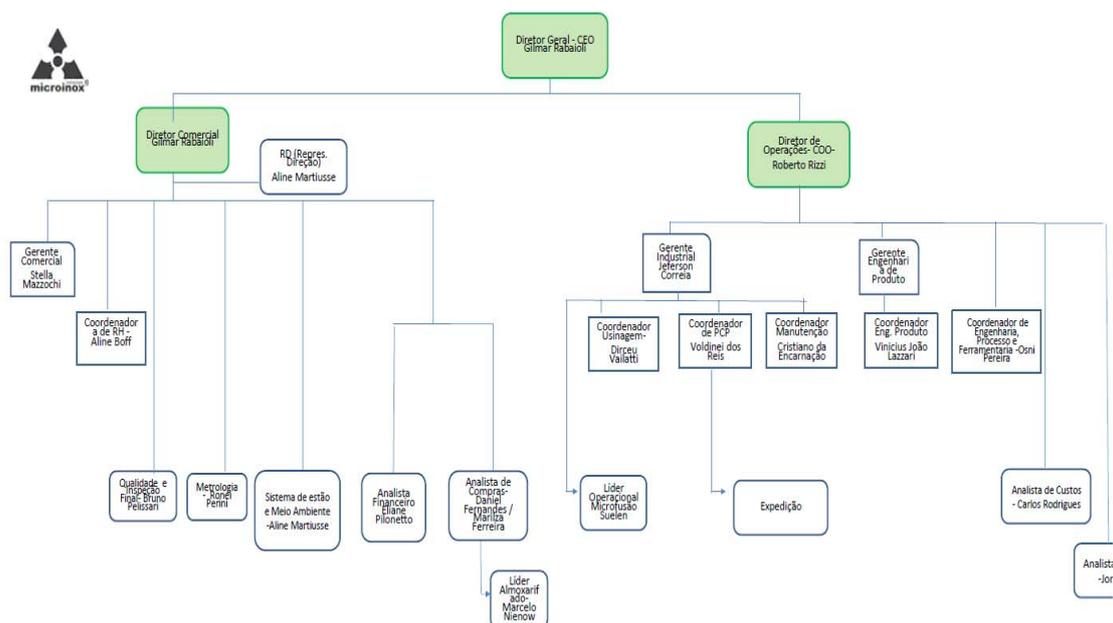
Fonte: Elaborado pelo Autor (2016)

O setor de produção é composto por um gerente industrial, um coordenador Industrial, três líderes da produção, um auxiliar da produção e trinta e quatro operadores. Dando suporte à produção, encontra-se o setor de Engenharia de Processos, constituídos por um coordenador, quatro analistas de processos e um estagiário.

Responsável por gerenciar a Engenharia de Processos e Qualidade, a Engenharia de Produto é formada por um gerente, um coordenador, um projetista, e dois analistas. É responsável também pela elaboração do roteiro de fabricação dos produtos, montagem da estrutura, determinação dos parâmetros para o processo de microfusão e abertura do APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto).

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado no setor de Produção da Usinagem, auxiliado pela Engenharia de Processo, Engenharia de Produto e Qualidade. A estrutura da companhia está organizada conforme organograma da Figura 4.

Figura 4 – Organograma da Empresa



Fonte: Microinox (2016)

Por ser prestadora de serviço para empresas sistemistas e montadoras, a empresa conta com as normas ABNT NBR ISO 9001:2008 e ABNT ISO/TS 16949:2009. Tais certificações são geridas pelo Setor da Qualidade que conta com quatro metrologistas, dois analistas da qualidade, um instrumentista, um analista de SGI (Sistema de Gestão Integrada) e oito inspetores. Além disto, o setor tem por responsabilidade a elaboração do plano de controle, monitoramento dos processos produtivos e serve também como canal direto do cliente para com a empresa, ficando responsável em atender, informar e acompanhar a qualidade dos produtos fornecidos.

## ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO

A disciplina de Estágio em Engenharia de Produção I da Universidade de Caxias do Sul estabelece, como requisito de aprovação, o desenvolvimento deste trabalho. Assim, a pesquisa-ação proposta resultará na utilização das Ferramentas da Qualidade, embasadas na metodologia

MASP, com o objetivo de indicar as principais possíveis causas-raízes dos problemas das peças defeituosas, para então planejar a correção adequada, tendo por consequência a redução do índice de refugo no Setor de Usinagem da empresa Microinox Fundição de Precisão e Usinagem.

As abordagens qualitativa e quantitativa são as mais adequadas para alcançar os objetivos propostos. A primeira será uma análise dos problemas encontrados ao desenvolver o trabalho e, a segunda, uma procura por ferramentas da qualidade e modelos de sistemas adequados para resolver defeitos dentro do processo de fabricação.

Assim, este trabalho foi desenvolvido no segundo semestre de 2016 e implementado no primeiro semestre de 2017 no Setor de Usinagem da empresa Microinox Ltda. Inicialmente foi analisado o produto com maior impacto no custo e no índice de refugos. Os demais itens produzidos pela empresa, que também apresentam problemas de qualidade, serão referenciados bibliograficamente e recorridos eventualmente se necessário, não sendo o foco deste trabalho. Uma vez que adotada esta prática para análise e solução dos defeitos de usinagem, a mesma metodologia poderá ser aplicada para os demais itens de fabricação da empresa.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo são descritos conceitos e metodologias de diferentes autores que foram referência para o desenvolvimento deste trabalho e sua validação posterior. No primeiro subcapítulo será esboçada a Gestão da Qualidade, sua definição e sua evolução. Em seguida serão analisados os Custos da Qualidade, sua definição, utilização, apresentação, e tomada de decisões baseada nos custos da qualidade. Será mencionado, após, o Controle da Qualidade Total, seus objetivos e conceitos, segundo principais autores. Por fim, as diferentes Ferramentas da Qualidade, que serviram de apoio para o melhor entendimento e análise dos problemas encontrados dentro nos processos produtivos no setor de usinagem.

## **GESTÃO DA QUALIDADE**

Desde o início do século XX começaram a surgir algumas necessidades devidas ao desenvolvimento da administração moderna. Uma delas é o controle da qualidade. Com o pleno desenvolvimento desta, houve a evolução para a administração da qualidade total (PALADINI, 1995).

Assim, a qualidade foi definida com base em conformidades, estabelecendo padrões e requisitos mínimos para que os serviços e os produtos oferecidos ao consumidor e comunidade tenham qualidade e as características devidas fortalecendo o real valor aplicado ao produto.

A busca pela melhora contínua nas organizações acabou tornando a Qualidade Total (QT) uma forma de gerenciamento que busca sempre aprimorar os processos e conquistar novos mercados. Pôr em prática uma política de QT implica em dizer que a empresa está preocupada não apenas com a qualidade do produto, mas sim com a qualidade em todos os setores da organização.

Observando estas colocações, e segundo a trilogia de Juran (1992), a gestão da qualidade pode ser estruturada em três dimensões: Planejamento da Qualidade, Controle da Qualidade e Melhoria da Qualidade.

Com a evolução da administração moderna para a administração da qualidade total, esta história foi dividida em três partes, períodos ou “eras” principais da qualidade, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Evolução do Conceito da Qualidade ao longo da história



Fonte: Adaptado de Garvin (2002)

## Definição de Qualidade

A definição de qualidade não pode ser um conceito concreto. Para cada pessoa, ou segmento, há uma necessidade específica e conseqüentemente uma definição almejada. Existem várias definições, portanto: pelo material utilizado, pelo preço adotado, pelo visual e também pela qualidade do produto, ou da qualidade do que é feito este mesmo. Existem, então, várias dimensões da qualidade.

A instituição suíça ISO (*International Organization for Standardization*) é responsável no mundo inteiro, e em diversos setores, pelas normas de Qualidade e define tecnicamente que “Qualidade é a adequação ao uso. É a conformidade às exigências”. Esta é apenas uma das definições que Qualidade possui, considerando exclusivamente no ambiente industrial.

Assim percebe-se que, nas empresas, todos almejam a qualidade, sendo necessário considerar algumas definições sobre esta palavra, já que

muitos envolvidos nos processos não sabem a definição correta.

Juran (1991-1993) deixa claro que quanto menos defeitos, melhor a qualidade: "Qualidade é ausência de deficiências".

A satisfação do usuário, diretamente ligada à qualidade, depende de uma série de fatores que devem estar em concordância. Segundo Feigenbaum (1994) "Qualidade é a correção dos problemas e de suas causas ao longo de toda a série de fatores relacionados com marketing, projetos, engenharia, produção e manutenção".

Crosby (1986) declara que as necessidades devem ser especificadas e, obedecendo às especificações, não há ocorrência de defeitos: "Qualidade é a conformidade do produto às suas especificações."

Deming (Apud: Aguayo, 1993) associa qualidade à impressão do cliente, deixando claro que não é um assunto estagnado, devendo ser renovado sempre: "Qualidade é tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente". Com a premissa de satisfazer sempre o cliente, a renovação das suas necessidades acaba dificultando a definição de qualidade, uma vez que cada produto é único e toda modificação gera um custo.

Ishikawa (1993) afirma que "Controle de qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que é mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor".

## **Evolução da Qualidade**

Paladini (1995) afirma que o homem sempre buscou a qualidade em sua vida, a melhoria, o aperfeiçoamento do seu trabalho. Na sobrevivência sempre cuidava da qualidade dos alimentos e materiais que utilizava, pensando na melhor maneira de tirar proveito deles. E, com o tempo, foi evoluindo e conquistando novas habilidades. Preocupado com a segurança, a qualidade das pedras utilizadas para o corte de carnes e plantas também eram observada. Com o incremento da agricultura, o homem passou a cuidar também da qualidade do que era plantado e colhido.

De acordo com Oliveira (2004), na era da inspeção o produto era

verificado (inspecionado) pelo produtor e pelo cliente, fato este ocorrido antes mesmo da Revolução Industrial, época em que a inspeção atingira seu auge. Os agentes responsáveis por estas inspeções eram os próprios artesãos. Neste período o foco principal estava na detecção dos defeitos de fabricação, sem haver metodologia preestabelecida para executá-lo.

Segundo Feigenbaum (1994, p. 20), a evolução da qualidade é vista em etapas, conforme descrito a seguir. Na Figura 6 pode-se observar graficamente a evolução destas ao longo do tempo.

a) 1ª etapa (1900) - CONTROLE DA QUALIDADE PELO OPERADOR - O processo era individual. Cada um, individual ou pequeno grupo, é responsável pela fabricação e qualidade do seu serviço;

b) 2ª etapa (1918) - CONTROLE DA QUALIDADE PELO SUPERVISOR - Há uma equipe escolhida para executar as tarefas. No entanto, todo o trabalho é direcionado e dirigido por um supervisor, ficando este responsável pelo resultado final e sua qualidade;

3ª etapa (1937) - CONTROLE DA QUALIDADE POR INSPEÇÃO - Nesta etapa o importante é detectar os problemas que estão envolvidos e os que podem surgir no processo. Para isso, verificam-se todos os componentes envolvidos para deixá-los de acordo com os padrões pré-estabelecidos.

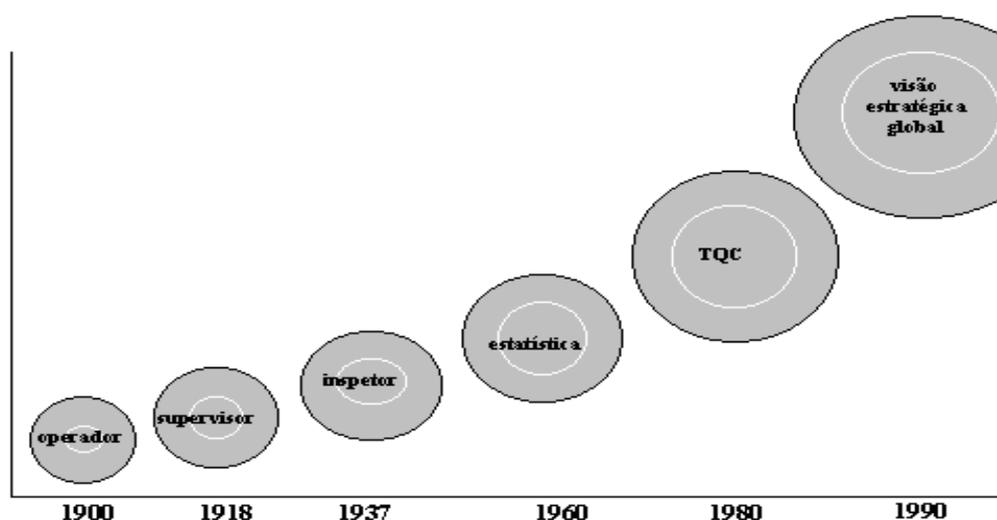
4ª etapa (1960) - CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE - Considerando a variabilidade que há na indústria, como matéria-prima, operadores, equipamentos em geral etc., sentiu-se uma necessidade maior de prevenir e resolver os problemas que surgiam. Surge então o Controle Estatístico da Qualidade e ainda as sete ferramentas básicas da qualidade utilizadas na produção: Fluxograma, Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma, Diagrama de Dispersão e Carta de Controle. Até hoje utiliza-se esta etapa, restrita às áreas de produção e ao chão de fábrica.

5ª etapa (1980) - CONTROLE DA QUALIDADE - Passou-se a usar o gerenciamento da qualidade em todos os departamentos da organização, pois é um método mais amplo que a qualidade somente. Continua com o objetivo de prevenir e atacar problemas, mas agora se apropria de novos instrumentos como quantificação dos custos, controle da qualidade,

engenharia da confiabilidade e defeito zero.

6ª etapa (1990) – VISÃO ESTRATÉGICA GLOBAL - A qualidade passa para outra etapa. Com as grandes transformações que vêm ocorrendo no mercado, o objetivo agora é a sobrevivência da empresa e competitividade em termos mundiais. É preciso implementar diferenciais para se destacar.

Figura 6 – Gráfico da Evolução da Qualidade



Fonte: Adaptado de Feigenbaum (1994)

## CUSTOS DA QUALIDADE

Quando se trata de qualidade dentro da empresa deve-se mensurar seus custos, já que os principais objetivos dos gestores é gerar lucros e reduzir gastos.

Custos da qualidade são os custos associados com a obtenção e manutenção da qualidade em uma organização, tanto em manufatura quanto em serviços. As definições de custos de qualidade variam de acordo com as estratégias adotadas por cada empresa, o que leva a diferentes aplicações e

interpretações.

### **Definição dos Custos da Qualidade**

Juran (1992) associa custos da qualidade com as falhas na produção, as quais levam ao retrabalho, desperdício e queda na produtividade. Portanto, para ele, os custos da qualidade são aqueles custos que não existiriam se o produto fosse fabricado de forma perfeita na primeira vez. Afirma, ainda, que todas as perdas internas que a organização enfrenta são referentes aos custos da não qualidade.

Para ele existem duas abordagens diferentes para custos da qualidade: o investimento feito para viabilizar a venda dos produtos e os desperdícios decorrentes de deficiências.

Já Crosby (1994) defende que os custos da qualidade estão relacionados com a conformação ou ausência de conformação aos requisitos do produto ou serviço. Se a qualidade pode ser associada à conformação, conclui-se que os problemas de conformação e as medidas que visem evitá-los acarretam um custo. Este custo da qualidade seria formado pelos custos de manter a conformidade adicionada aos custos da não conformidade, isto é, falta da qualidade gera prejuízo, pois quando um produto apresenta defeitos haverá um gasto adicional por parte da empresa para correção dos defeitos ou a produção de uma nova peça.

Para Townsend (1991) não é a qualidade que custa, mas sim a não conformidade ou a não qualidade que é cara. Para ele, atingir a qualidade é caro, exceto quando comparado com o “não-atingimento” dela.

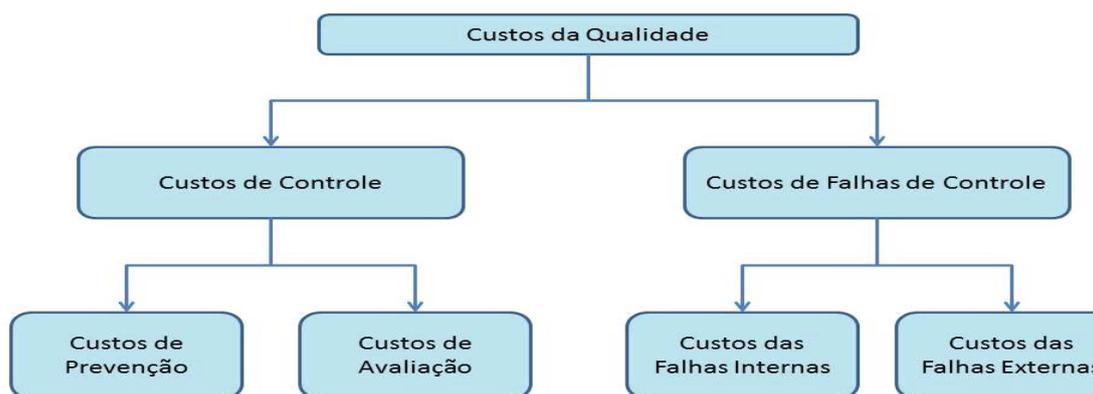
Calegare (1985) afirma que obter a qualidade desejada custa dinheiro, pois mesmo um mau produto tem o seu custo de qualidade. Assim, a finalidade de gerenciar os custos da qualidade é a de fazer com que a adequabilidade para o uso do produto ou serviço seja conseguida ao mínimo custo possível.

Contudo, programas de qualidade devem ser guiados por medidas que proporcionem suporte para transformar perdas em ganhos de produtividade e lucratividade.

Feigenbaum tem uma visão diferente ao tema. Caracteriza custos da qualidade como aqueles custos relacionados com a definição, criação e controle da qualidade, assim como garantia e requisitos de segurança, avaliação e retro alimentação da configuração da qualidade. Portanto, são todos os custos relacionados com falhas nos requisitos de produção e depois que o produto já se encontra nas mãos do cliente. Afirma, também, que estes custos estão diretamente ligados à satisfação do cliente, acrescentando que os custos da qualidade atualmente assumem mesma importância e relevância aos outros custos de outras categorias dentro da organização.

Feigenbaum também classifica os custos de controle em custos de prevenção e avaliação, e o de falhas no controle em custos das falhas internas e das externas, conforme Figura 7.

Figura 7 – Classificação dos Custos da Qualidade



Fonte: Adaptado de Feigenbaum (1994)

Para evitar que produtos e serviços de baixa qualidade ou defeituosos não sejam produzidos pela empresa, existem ações direcionadas que se referem aos custos de prevenção. Estas ações devem ocorrer antes de a atividade ser realizada. Robles Jr. (2003) elenca que os custos de prevenção envolvem:

- equipamentos;

- tecnologia;
- treinamento para a qualidade;
- administração da qualidade;
- manutenção preventiva da qualidade;
- treinamento dos colaboradores;
- relação com fornecedores;
- desenvolvimento de sistemas de qualidade;
- revisão e atualização das instruções, especificações e procedimentos, e, dentre outros;
- todos os esforços despendidos na fase de concepção para garantir um produto ou serviço isento de defeitos.

O Quadro 1 apresenta as principais causas das falhas internas, segundo Feigenbaum.

Quadro 1 – Custos de Prevenção

Planejamento da Qualidade	Custos com o tempo que toda a equipe destina na tradução das exigências do produto e cliente, controles quanto à qualidade dos materiais, processos e produtos por meio de métodos, procedimentos e instruções. Inclui também custos com estudos de confiabilidade e análise da qualidade antes da produção.
Controle do Processo	Custos associados ao tempo de análise dos processos produtivo, inclusive os dos fornecedores, caso exista, elaborar meios de controle eficiente e manter suporte técnico à equipe da fábrica.
Projeto e desenvolvimento do equipamento de informações sobre qualidade	Abrange os custos associados ao tempo destinado com o projeto e desenvolvimento da medição da qualidade do produto, processo, dados, controles, equipamentos e dispositivo.
Treinamento e desenvolvimento da mão de obra em qualidade	Significa os custos dos programas formais de treinamento com qualidade da companhia, treinando a equipe na compreensão e utilização das técnicas relacionadas à instrução de operadores a fim de alcançar um grau maior de conhecimento na produção.
Verificação do projeto do produto	Avaliação do produto antes da produção, visando verificar características de qualidade, confiabilidade e segurança do projeto.
Desenvolvimento e gerenciamento de sistema	Custos com a engenharia, gerenciamento dos sistemas globais e suporte para desenvolvimento dos sistemas.
Outros custos de prevenção	Incluem aqui os custos administrativos, custos organizacionais da qualidade e confiabilidade, salários gerenciais, administrativos e despesas com viagens.

Fonte: Adaptado de Feigenbaum (1994)

Quando se faz a verificação de nível de qualidade de um produto ou serviço, durante ou após sua produção, há um custo com avaliação envolvido. Estes custos normalmente são gerados quando produtos estão com não conformidades, requerendo uma ação para que estes não cheguem ao cliente final. Robles Jr. (2003) cita que os custos de avaliação envolvem:

- equipamentos e suprimento utilizados nos testes e inspeções;
- avaliação de protótipos;
- novos materiais;
- novas ferramentas;
- métodos e processos;
- planejamento das inspeções;
- autoinspeção pelos colaboradores;
- avaliação dos produtos dos concorrentes;
- custos da área de inspeção;
- testes de confiança;
- planejamento das inspeções; e
- teste de inspeção de materiais comprados, dentre outros.

O Quadro 2 apresenta as principais causas das falhas internas, de acordo com Feigenbaum.

Quadro 2 – Custos de Avaliação

Ensaio e inspeção dos materiais adquiridos	Custos da equipe referentes à supervisão e administração, também estão custos com inspeção e ensaios dos materiais adquiridos.
Ensaio de aceitação pelo laboratório	Mede os custos de todos os ensaios realizados pelos laboratórios ou instituição de ensaio, tendo com objetivo avaliar a qualidade dos materiais adquiridos.
Laboratório e outros serviços de medida	Custos com calibração e reparos de instrumentos e monitoração dos processos junto com os custos de medição em laboratório.
Inspeção	Custos relacionados à inspeção da equipe da qualidade na verificação da qualidade do produto na fábrica.
Ensaio	Custo destinado para validação do desempenho técnico do produto.
Mão de obra para verificação	Custo com o tempo dos operadores na verificação da qualidade de seu próprio trabalho, de acordo com as especificações do plano da qualidade. <sup>31</sup>
Preparação de ensaio e inspeção	Custos com ensaios funcionais.

Equipamento, material e demais dispositivos	Abrange os custos com energia para alimentação de instrumentos de maior porte.
Auditorias da Qualidade	Custo com o tempo despendido para a realização das auditorias.
Verificações externas	Englobam os custos com laboratórios externos, inspeções de seguro.
Manutenção e calibração dos equipamentos	Custo com o tempo destinado pela equipe com a calibração dos equipamentos de controle e ensaio.
Revisão do projeto do produto e liberação da expedição	Custos com a revisão de dados de ensaio e inspeções que antecedem a liberação do produto para a expedição.
Ensaio de campo	Abrange os custos ocorridos durante os ensaios reais do produto, simulando o mesmo no consumidor final.

Fonte: Adaptado de Feigenbaum (1994)

Quando há problemas no controle e inspeção surgem as falhas que ocorrem no processo produtivo associadas aos custos de falhas internas. Estes custos podem ser de origem mecânica ou operacional, e a forma de reduzi-los é detectá-los antecipadamente. Caso isso não ocorra, segundo Wernke (2001), são atribuídos aos custos de falhas internas. Robles Jr. (2003) relaciona as falhas com os seguintes custos:

- retrabalho;
- redesenho;
- refugo e sucata;
- tempo perdido;
- compra não planejada;
- manutenção corretiva;
- custos financeiros do estoque adicional para suprir eventuais falhas;
- inspeção de lotes retrabalhados;
- desconto nos preços de vendas de produtos com defeitos.

O Quadro 3 apresenta as principais causas das falhas internas, conforme Feigenbaum:

Quadro 3 – Custos de Falha Interna

Rejeitos	Refere-se ao custo das perdas originadas do não atendimento às exigências de qualidade e especificação do produto dentro do processo produtivo.
----------	---

Retrabalho	Inclui pagamentos de horas extras aos operadores, pode ser um retrabalho de uma falha da própria fabricação ou uma falha proveniente do fornecedor.
Custo de aquisição de material	Abrange os custos adicionais incorridos pela equipe responsável pela compra de matéria prima para a reposição dos materiais que sofreram rejeições.
Contato da fábrica com a engenharia	Trata-se dos custos com o tempo de engenharia de produto e engenharia de processo, a fim de solucionar um determinado problema de qualidade proveniente do processo produtivo.

Fonte: Adaptado de Feigenbaum (1994)

Do mesmo modo, quando os controles falham e o defeito não é detectado internamente, geram-se os custos das falhas externas que correspondem aos custos identificados posteriormente à entrega do produto. Wernke (2001) comenta que se tratam dos custos associados às atividades decorrentes de falhas fora do ambiente fabril, como: atendimento a reclamações, manuseio e substituição de produtos defeituosos, reparos de produtos devolvidos e custos de assistência técnica. Conforme Robles Jr. (2003), os seguintes custos estão envolvidos nas falhas externas:

- expedição e recepção;
- multas;
- refaturamento;
- garantias;
- recall;
- retrabalho pós venda;
- bem estar do cliente;
- vendas perdidas;
- imagem da empresa, dentre outros.

O Quadro 4 apresenta as principais causas das falhas externas, segundo Feigenbaum.

Quadro 4 – Custos de Falha Externa

Reclamações concernentes à garantia	Custo proveniente da substituição ou reparo de um produto defeituoso, caso o mesmo se encontre dentro do prazo de garantia.
Reclamações fora do prazo de garantia	Todo o custo assumido para um ajuste de uma reclamação do cliente final, mesmo depois de expirado o prazo de garantia.

Assistência técnica ao produto	Custos atribuídos à correção de imperfeições, a ensaios especiais ou ainda à correção de problemas não decorrentes das reclamações.
Responsabilidade	São os custos relacionados ao julgamento de um produto defeituoso de responsabilidade do processo de fabricação.
Recolhimento do produto	Tratam dos custos da qualidade referentes ao recolhimento dos produtos ou componentes do produto.

Fonte: Adaptado de Feigenbaum (1994)

Quando se espera qualidade, deve-se levar em consideração a maximização da qualidade dos produtos e serviços oferecida aos clientes. Segundo Feigenbaum (1994), a utilização insatisfatória dos recursos com materiais, mão de obra e tempo em equipamentos gera uma qualidade insatisfatória e maiores custos para a empresa.

### **Utilização dos Custos da Qualidade em programas de melhorias**

Para garantir o sucesso dos programas de melhorias deve-se utilizar medidas eficazes para a qualidade e que tragam retorno financeiro à empresa, justificando o investimento. Assim, percebe-se que os custos da qualidade podem auxiliar neste momento, apontando as áreas da empresa que mais necessitam atenção e que tragam rentabilidade futura à organização.

Através do gerenciamento de processos é possível transformar perdas e falta de controle em lucro. Um sistema de custos da qualidade é uma ferramenta gerencial, portanto fornece informações que auxiliarão a gerência a planejar e controlar toda a qualidade.

Programas de custos da qualidade suportam a análise de lucratividade das empresas, mostrando assim sua importância. Deming (apud Aguayo, 1993) e Crosby (1994) colocam que existe uma correlação direta entre qualidade e lucratividade, justificando a implementação dentro da empresa de programas deste tipo. Para assegurar esta informação existem os custos da qualidade.

Visto isso, melhorias no controle da qualidade devem auxiliar na prevenção de falhas internas e externas, impedindo assim gastos futuros e perda de tempo com falta de controle e erros e defeitos não detectados.

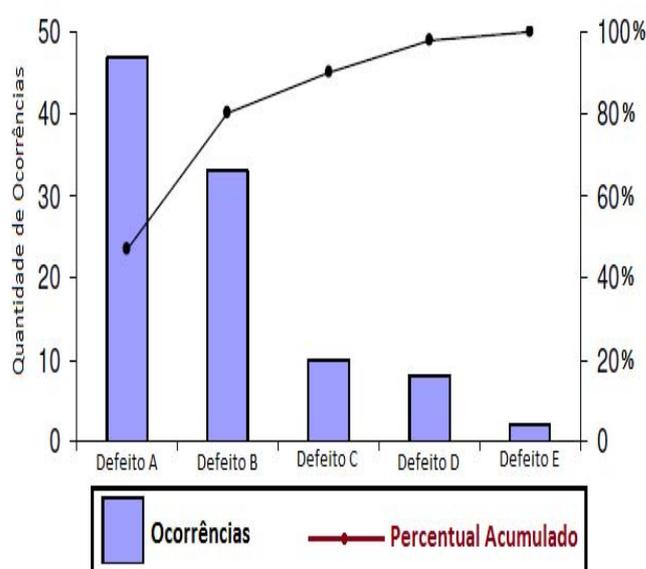
## Apresentação dos Custos da Qualidade

Sempre que se quer gerenciar custos e eliminar desperdícios, apresentam-se relatórios específicos que tragam informações relevantes sobre o custo dos processos e todas as atividades envolvidas, juntamente com as causas principais destes custos. São estes os custos da qualidade.

Existem diversas formas de apresentar os custos da qualidade, mas é comum utilizar gráficos que conseguem demonstrar melhor a evolução destes dados. A análise que deve ser feita consiste em comparar os custos entre si, pelo valor absoluto, proporcioná-lo ao custo da qualidade total ou até com relação ao desempenho operacional do negócio. Sua evolução pode ser comparada ao faturamento da empresa, ou aos custos globais operacionais, ou a outros fatores definidos pela companhia.

A Figura 8 mostra uma forma de apresentação dos custos da qualidade, através do Diagrama de Pareto. Neste caso trata-se da ocorrência dos custos mais significativos.

Figura 8 – Diagrama de Pareto



## **Tomada de decisão baseada nos custos da Qualidade**

Seguindo um modelo PDCA - *Plan, do, check, act* (Planejar, Fazer, Checar e Agir) as empresas, de forma cíclica, poderão trabalhar com os custos da qualidade, como exemplo: montar a estrutura de apuração dos custos da qualidade, coletar os custos, analisar os itens críticos ou o comportamento global dos custos, decidir sobre as ações a tomar, executá-las e reiniciar um novo ciclo. A análise dos custos da qualidade pode apoiar na tomada de decisões em relação às ações prioritárias a serem tomadas. Como exemplo pode-se apontar o Diagrama de Pareto, que identifica os itens de maior peso nos custos da qualidade, sendo um indicativo dos problemas a serem atacados em primeiro lugar.

## **CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL**

Toda empresa almeja atender a qualidade total e suprir as necessidades da própria empresa e de seus clientes. Para isso, muitas utilizam o controle da qualidade total, reconhecido como importante para todos os níveis da organização em questão. Falconi (2004) afirma que o verdadeiro critério de boa qualidade é a preferência do consumidor, e é isto que garantirá a sobrevivência de sua empresa. Levando em consideração essa colocação empresas de pequeno ou grande porte investem cada vez mais em qualidade e na melhoria contínua de seus processos, pois a partir deste pilar será possível realizar um planejamento do negócio como um todo.

O controle da qualidade total pode ser usado não somente para os índices de defeitos, índices de refugos ou prazos de entregas, mas, principalmente, como uma estratégia que assegura a sobrevivência da organização a longo prazo. Para Ishikawa (1993) cada pessoa em cada divisão da empresa precisa estudar, praticar e participar do controle da qualidade. Ter apenas alguns setores inseridos, aqueles que estão

diretamente envolvidos com a qualidade, pode tornar o que é dever de todos em uma tarefa de ninguém.

Todas as pessoas que participam do processo precisam estar envolvidas, ter conhecimento específico, se sentir parte da equipe, pois serão responsáveis por exercer o controle total da qualidade, sendo aptas a resolver ou não deixar acontecer os defeitos.

### **Objetivos do Controle Total da Qualidade**

Com o objetivo de ter Controle Total da Qualidade, uma das principais preocupações é com a satisfação do cliente em primeiro lugar. A opinião e o *feedback* dos clientes são o resultado do produto que a empresa está oferecendo, sem deixar de considerar que essa resposta pode apontar futuras mudanças e melhorias.

### **Conceitos do Controle total da Qualidade**

Um dos sistemas de gestão é o TQC (*Total Quality Control*), traduzido como Controle de Qualidade Total. O TQC busca ultrapassar o conceito de qualidade aplicada ao produto e, neste sistema, a qualidade é entendida como a superação das expectativas de todos os envolvidos, inclusive do cliente.

Alguns conceitos relacionados à qualidade são conhecidos. O primeiro refere-se ao enquadramento dos produtos/serviços dentro de suas especificações técnicas. Traduziu-se que qualidade era igual à ausência de defeitos no produto final controlado na medida exata da intensidade de inspeções realizadas. Seguiu-se com o “controle estatístico do processo”, que permitiu a extensão do conceito de qualidade ao processo. O controle da qualidade passou então a englobar também as condições em que o produto é produzido. No entanto, o conceito de qualidade muda e passa a incorporar

outros conceitos, como o “custo da qualidade”, o “defeito-zero” e, também, a superação e satisfação das expectativas de todos os envolvidos no processo, inclusive os clientes.

Há, então, o conceito da qualidade total, que engloba:

- orientação ao cliente;
- qualidade em primeiro lugar;
- ações orientadas por prioridades, fatos e dados;
- controle de processos e da dispersão (variação dos dados que indicam quando há uma possível falha no processo) e investigação das causas;
- “próximo processo é o seu cliente” (para que cada funcionário tenha em mente que a qualidade de seu trabalho interfere na qualidade do produto na próxima etapa do processo);
- identificação das verdadeiras necessidades dos clientes;
- evitar que erros já identificados sejam cometidos novamente, e
- comprometimento da alta direção.

### **TQC Segundo os Principais Autores**

A melhoria da qualidade, definida como redução da variabilidade, para Deming (apud Aguayo, 1993), era o caminho para a prosperidade. Para isso, é preciso aumentar a produtividade, reduzir custos e conquistar mercados.

Já Feigenbaum (1994) afirma que a qualidade deixa de ser um atributo apenas do produto ou serviço. Ela é um problema de todos e envolve todos os aspectos da operação da empresa. Define também que o Sistema de Qualidade Total é a combinação da estrutura operacional de trabalho de toda a organização. Ela deve ser documentada em procedimentos de gestão e técnicos, efetivos e integrados, para o direcionamento das ações coordenadas de mão de obra, máquinas e informações da organização, de acordo com os melhores e mais práticos meios de assegurar a satisfação quanto à qualidade e custos.

Para Juran (1991-1993), a palavra produto (bem ou serviço) refere-se ao *output* de um processo e é necessário encontrar o equilíbrio entre as características positivas do produto e a não existência de deficiências no produto. Essas características positivas não se referem a componentes luxuosos, e sim a características técnicas de um produto que foi desenhado para corresponder às necessidades dos clientes. As deficiências causam problemas aos clientes e, assim, provocam a sua não satisfação. Portanto, define Qualidade como adequação ao uso.

Crosby (2004) baseia-se na prevenção e a ideia de que os erros são inevitáveis é falsa. Os gestores precisam, através das suas atitudes e práticas, nomeadamente através do reconhecimento, desenvolver o compromisso com a prevenção e eleger como objetivo principal "zero defeitos". Se, por exemplo, for privilegiado o prazo de execução em relação à qualidade então o trabalho vai focar-se nesse parâmetro.

Por fim, Ishikawa (1993) diz que a qualidade é uma revolução da própria filosofia administrativa, exigindo uma mudança de mentalidade de todos os integrantes da organização, principalmente da alta cúpula. A melhoria de qualidade é um processo contínuo, e sempre pode ser aperfeiçoada. Sua noção do controle empresarial da qualidade era voltada ao atendimento pós venda, e isto significa que um cliente continuaria a receber o serviço mesmo depois de receber o produto. Este serviço se estenderia através da companhia em todos os níveis hierárquicos e até mesmo no cotidiano das pessoas envolvidas.

Ishikawa foi um implementador de Círculos de Controle de Qualidade, umas das formas de colocar em prática a concepção japonesa da qualidade total (ISHIKAWA, 1993). No formato original, o círculo da qualidade é um grupo de voluntários de um mesmo setor ou área de trabalho, que se reúnem regularmente para estudar e propor a solução de problemas que estejam comprometendo a qualidade e a eficiência dos produtos.

## FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade, surgidas na década de 50 e com

conceitos e práticas daquela época, são utilizadas nos sistemas de gestão com modelos estatísticos que ajudam a melhorar os processos e os serviços que os envolvem.

São utilizadas para analisar, definir, mensurar e propor soluções aos problemas encontrados nos processos que atrapalham no desempenho dos passos organizacionais. Ainda, estabelecem melhorias de qualidade que devem ser adotadas pela gestão. Na Figura 9 pode-se ver as 7 Ferramentas da Qualidade e seu símbolo característico.

Figura 9 – As 7 Ferramentas da Qualidade.



Fonte: Adaptado de Blog da Qualidade (2016)

Toda ferramenta tem uma função específica, algumas priorizam ações, outras servem para listar causas e efeitos. A seguir foram elencadas algumas ferramentas da qualidade usadas na análise e resolução de problemas:

- Diagrama de Pareto;
- Diagramas de causa-efeito (espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa);
- Histograma;
- Folhas de verificação;
- Gráficos de dispersão;
- Cartas de controle, e
- Fluxograma.

Há também outras que são importantes, pois são utilizadas frequentemente e auxiliam o ciclo contínuo da qualidade. Abordar-se-á, dentro deste contexto, mais especificamente o *brainstorming* e o modelo 5W2H.

- PDCA;
- FMEA;
- *Brainstorming* (Tempestade de Ideias);
- 6 Sigma;
- 5W2H.

## **FLUXOGRAMA**

O Fluxograma é uma ferramenta fundamental para o planejamento e para o processo. Identifica o caminho que um produto ou serviço deve seguir com o objetivo de mapear os desvios.

Um fluxograma bem elaborado exerce um avanço de aperfeiçoamento de processos para redução dos desperdícios, tempo ocioso, ineficiência, gargalos e outras complicações no processo. E, conforme Chamon (2008) é o mapeamento do processo em fluxo que diferencia as etapas e auxilia na padronização de processos.

## **DIAGRAMA DE PARETO**

O Diagrama de Pareto tem como finalidade mostrar a importância de todas as condições a fim de: escolher o ponto de partida para solução do problema, identificar a causa básica do problema e monitorar o sucesso. Este diagrama apresenta os diversos defeitos encontrados e respectivamente os motivos destes. Utiliza-se o eixo vertical à esquerda para medir a reincidência dos defeitos e o percentual acumulado indicado no eixo vertical à direita Filho (2007).

## **CARTAS DE CONTROLE**

As Cartas de Controle são usadas para mostrar as tendências dos pontos de observação em um período de tempo. Os limites de controle são calculados aplicando-se fórmulas simples aos dados do processo. As Cartas de Controle podem trabalhar tanto com dados por variável (mensuráveis) como com dados por atributo (discretos).

## **FOLHA DE VERIFICAÇÃO**

As folhas de verificação são tabelas ou planilhas simples usadas para facilitar a coleta e análise de dados. O uso das folhas de verificação economiza tempo, eliminando o trabalho de se desenhar figuras ou escrever números repetitivos. São formulários planejados nos quais os dados coletados são preenchidos de forma fácil e concisa. Registram os dados dos itens a serem verificados, permitindo uma rápida percepção da realidade e uma imediata interpretação da situação, ajudando a diminuir erros e confusões.

## **HISTOGRAMA**

O histograma mostra a distribuição dos dados através de um gráfico de barras indicando o número de unidades em cada categoria. Um histograma é um gráfico de representação de uma série de dados.

## **GRÁFICOS DE DISPERSÃO**

O Diagrama de Dispersão mostra o que acontece com uma variável quando a outra muda, para testar possíveis relações de causa e efeito.

É a etapa seguinte do diagrama de causa-efeito, pois verifica se há uma possível relação entre as causas e em que intensidade.

## **DIAGRAMA DE ISHIKAWA**

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa-efeito ou Espinha-de-Peixe, tem como finalidade explorar e indicar todas as causas possíveis de uma condição ou um problema específico. É utilizado como meio de direção, a fim de evitar tendências naturais como conclusões precipitadas e sem análise, a partir de uma causa, mas considerando outras possíveis. O diagrama contempla as seguintes categorias: máquina, meio ambiente, mão de obra, matéria-prima e medição. Destas categorias vão resultar as subcausas que, conseqüentemente, determinarão o resultado final.

## **5 PORQUÊS**

Com o intuito de encontrar a principal causa-raiz, o método 5 porquês utiliza-se de perguntas interligadas onde a resposta da pergunta anterior gera a questão seguinte. Normalmente encontra-se a causa-raiz em no máximo 5 perguntas, sendo importante que todas as respostas sejam claras e precisas.

## ***BRAINSTORMING***

Esta é uma técnica para geração de ideias. Quando se tem um problema, uma equipe especialista em melhorias elabora soluções, num tempo médio de trinta minutos. Todas as ideias são registradas para depois

poderem ser analisadas com calma. *Brainstorming* é uma técnica muito popular usada para geração de soluções.

Usa-se o termo em inglês. *Brain* significa cérebro e *storming* significa tempestade. Numa tradução para o português, seria uma “tempestade ou explosão de ideias”. Esta técnica é utilizada em diversas organizações para resolver problemas específicos, desenvolver novas ideias, juntar informações e até estimular o pensamento criativo.

## 5W2H

Para a detecção das falhas que atrapalham a conclusão correta do processo são realizadas várias perguntas com o auxílio da ferramenta 5W2H. Estas perguntas criam respostas que esclarecem e estruturam as ideias para resolução do problema. O 5W2H é a tradução de perguntas em inglês como: *What, Who, When, Where, Why, How, How Much* (o quê, quem, quando, onde, por quê, como, quanto custa).

No Quadro 5 pode-se ver com maior detalhe o preenchimento das etapas do 5W2H.

Quadro 5 – Plano de Ação 5W2H

Etapa	Passo	Pergunta a ser respondida	O que preencher?
1	<b>What?</b>	O que será feito?	A resposta nada mais é do que o objetivo que você deseja alcançar. Será feito melhorias na produção, aumento de vendas, etc.
2	<b>Why?</b>	Por que isso será feito?	Quais os motivos que justificam o que será feito ( <i>What</i> ). É para melhorar algo, resolver um problema?
3	<b>Where?</b>	Onde (em que local) será feito?	É importante detalhar ainda mais o lugar onde será executada a ação (principalmente se a empresa for micro ou pequena e não estiver dividida em departamentos).
4	<b>Who?</b>	Quem irá fazer?	Sabe o seu objetivo inicial ( <i>What</i> )? Quem irá te ajudar a alcançá-lo? Se para chegar lá é preciso a elaboração de diversos processos e ações, quem ficará responsável por cada ação?

<b>5</b>	<b><i>When?</i></b>	Quando será feito?	Todo bom planejamento possui um prazo determinado para que o objetivo principal seja alcançado. Assim, nesta parte, a resposta deve ser uma data para a execução da ação.
<b>6</b>	<b><i>How?</i></b>	Como será feito?	Deve ser descrito qual o processo que será feito para atingir o seu objetivo. Procura-se ser o mais específico possível.
<b>7</b>	<b><i>How Much?</i></b>	Quanto irá gastar?	Levantar os custos ou investimentos com este plano de ação. Devem ser incluídas todas as despesas com pessoal ( <i>Who</i> ), equipamentos, processos, etc.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

## **PROPOSTA DE TRABALHO**

Como visto no Capítulo 2, o controle e redução dos defeitos dentro dos processos de fabricação e a melhoria contínua destes processos, com a utilização de algumas ferramentas da qualidade, são importantes para as organizações pois impactam diretamente na questão financeira, além de contribuir para o aumento da competitividade. Assim, reduzir os índices de defeito e a reincidência dos mesmos são pontos fundamentais para as empresas.

Neste capítulo será apresentada a sistemática que a empresa em estudo aplica para a mensuração dos custos da não qualidade, a metodologia utilizada para análise e resolução dos problemas e o histórico de defeitos. Considerou-se o levantamento de informações sobre as dificuldades enfrentadas pela empresa para a redução dos custos da não qualidade em níveis aceitáveis, trazendo assim mais rentabilidade para o produto. A partir disso, verificou-se a necessidade de apresentar uma nova proposta de metodologia para ser implementada, e serão descritos detalhadamente os passos desta implementação.

## **CENÁRIO ATUAL**

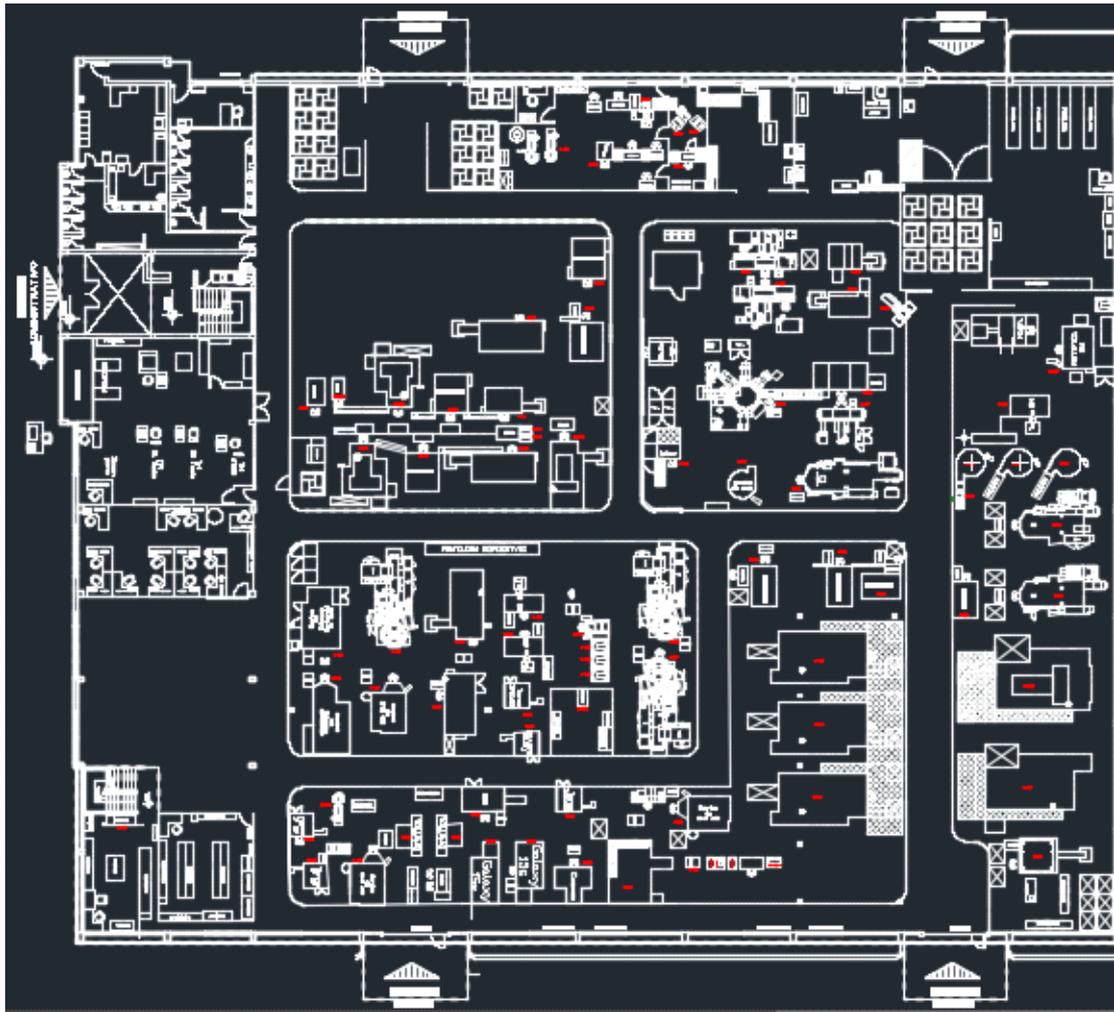
Na empresa Microinox os custos da não qualidade são apontados em diferentes etapas do processo produtivo, e a decorrência destes defeitos dependem de uma série de variáveis, que serão descritas neste capítulo. Ao

gerar o refugo, independente do posto ou etapa do processo em que a peça se encontra, o operador retira a peça defeituosa do fluxo e já a descarta no setor de refugo. No final do dia, um funcionário da qualidade, que é designado e treinado, analisa todos os refugos e já faz o apontamento dos mesmos no sistema.

Como relatado anteriormente, o foco deste estudo é no setor de usinagem, uma vez que este setor possui um grande *mix* de produtos e também uma variação considerável de processos que agregam valor ao produto, e também onde se encontra a maior fatia dos custos de produção.

O *layout* do setor de usinagem é apresentado na Figura 10, onde aparece toda a disposição física dos equipamentos, incluindo corredores para movimentação de materiais, os setores de engenharia produto e processo, qualidade, metrologia, sala de instrumentação, sala de ferramentas, manutenção, recebimento, expedição, PCP, Departamento comercial, vendas e inspeção final.

Figura 10 – *Layout* Setor de Usinagem



Fonte: Microinox (2016)

O setor possui 18 tornos horizontais CNC's para usinagem de peças em aço ou ferro fundido, 18 centros de usinagem horizontal CNC's, 13 centros de usinagem vertical CNC's para fresamento, furação, rosqueamento, alargamento, entre outras funções. Ainda, 5 furadeiras de bancada, onde são realizados alguns processos de retrabalho e/ou escareamento de furos, três retíficas planas, duas retíficas cilíndricas, uma máquina para brochamento interno, quatro equipamentos de tamboreamento, um forno de revenimento, uma máquina de têmpera por indução, uma máquina Transfer dedicada de 8 fixações e três máquinas para desengraxar/lavar as peças.

A empresa organiza a produção com previsão de vendas realizada através do MRP. Ou, ainda, funciona com o fluxo puxado. Para atender a demanda da empresa, os pedidos mensais são encaminhados ao

Departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP) que emite as ordens de fabricação aos setores produtivos.

## **SETOR DE PRODUÇÃO DA USINAGEM**

O setor da usinagem possui diversos processos que agregam valor a seus produtos, sendo estes realizados por mão de obra que atua na operação de máquinas e equipamentos. As peças possuem características geométricas muito complexas e tolerâncias dimensionais na casa de micrometro. O ajuste fino dos equipamentos e as ferramentas utilizadas para a usinagem das peças são fatores que impactam diretamente na qualidade dos produtos.

Assim, para obter uma qualidade adequada e satisfatória para seus clientes, os equipamentos utilizados na manufatura devem estar devidamente regulados, operando sempre dentro do plano de manutenção, as ferramentas utilizadas para a usinagem também devem obedecer ao controle de vida útil planejado pela engenharia de processos, e os dispositivos de fixação das peças devem estar livres de defeitos e colisões, garantindo uma boa fixação para as peças, os instrumentos de qualidade devem estar devidamente calibrados e aferidos, e um quadro de colaboradores, que é ponto-chave dentro deste processo, deve estar devidamente treinado e motivado para exercer suas tarefas com eficiência e eficácia.

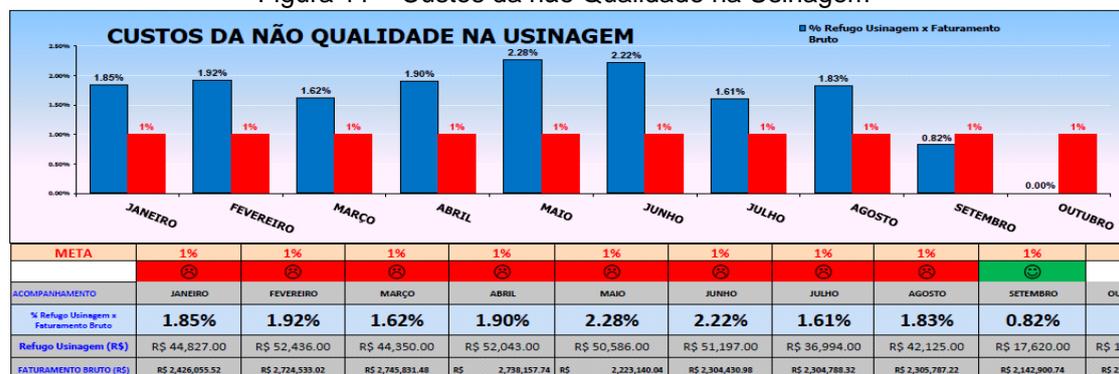
Para auxiliar a produção, foram criados pelo setor de engenharia de produto e processo procedimentos operacionais e instruções de trabalho para cada uma destas variáveis, com o intuito de instruir e registrar todas as etapas para as quais o fator operacional interfira dentro do processo. Todas estas instruções de trabalho antes de serem inseridas no plano de trabalho operacional são apresentadas aos operadores na forma de treinamento, respeitando a matriz de versatilidade do equipamento e produto.

Dentro da empresa foram identificados diversos problemas, como: sucateamento, refugo, retrabalho, gastos com ferramentas, perda de rendimento e produtividade, elevado tempo de *set-up*, operadores com falta de treinamento e elevado índice de rotatividade.

## CONTROLE DA NÃO CONFORMIDADE

Em alinhamento com o planejamento, foi reestruturado o sistema de apontamento das perdas dentro da cadeia de produção, facilitando assim a identificação das maiores ocorrências e em que momento ou parte do processo os defeitos estão acontecendo. A Figura 11 aponta o custo e percentual de refugo gerado pelo setor de usinagem.

Figura 11 – Custos da não Qualidade na Usinagem



Fonte: Microinox (2016)

Este indicador tem como meta estar abaixo de 1% com relação ao faturamento bruto da companhia.

Buscando um melhor acompanhamento, e visto os diferentes tipos de defeitos e problemas encontrados, a empresa dividiu os tipos de defeitos em treze modelos de maior ocorrência. São eles:

- fretes especiais mercado nacional;
- fretes especiais exportação;
- custo logístico, despesas em viagens;
- custo de retrabalho, inspeções no cliente e garantia;
- custo de retrabalho interno;
- inspeção por empresas terceirizadas;
- custo de parada de linha;
- notas de débito;

- refugo;
- devoluções;
- cargas especiais;
- embarque controlado;
- custo com auditoria especial.

Através dos apontamentos e registros de itens defeituosos ao longo do ano, identificou-se que o refugo de peças é o responsável pelo maior índice dos defeitos, compondo uma média mensal de 71% dos custos da não qualidade, basicamente em peças defeituosas. No entanto, destes 71%, uma parte se atribuía aos defeitos gerados pelo setor da usinagem e outra parte pelo setor de microfusão.

O percentual maior dos defeitos se localizava em dois diferentes setores da empresa: um com responsabilidades pelas características estruturais e mecânicas do produto, composição e liga de material entre outras, e outro na usinagem, onde os defeitos se caracterizam no não cumprimento dimensional, acabamento superficial e tolerâncias de posição maiores que o especificado pelo desenho do cliente. Assim, as tratativas, métodos e ações que deverão ser adotadas para análise e resolução destes defeitos são bastante distintas, o que levou à divisão dos refugos.

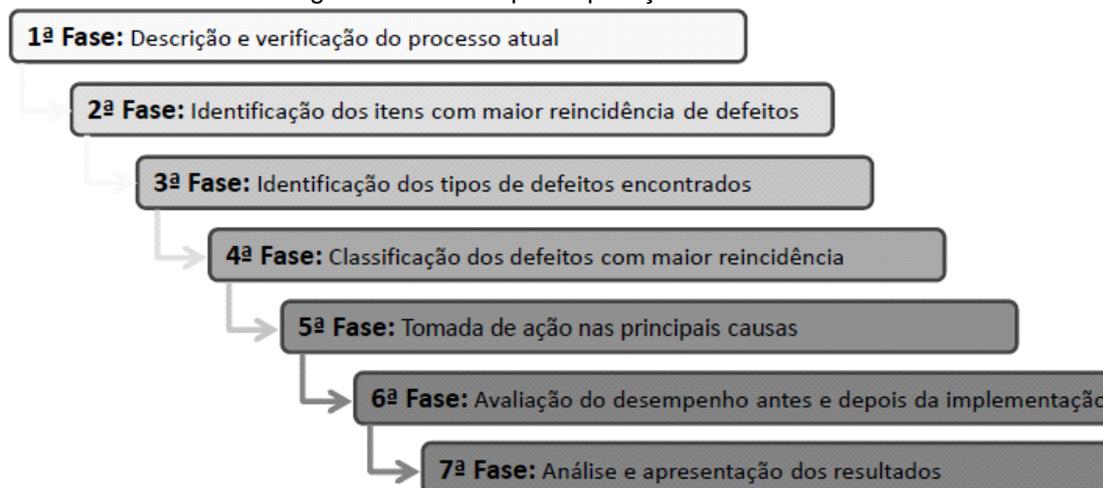
Partindo destes dados, foi constatado que o custo da não qualidade, apenas no setor de usinagem, é responsável por 1,9% sobre o faturamento da empresa, ou seja, para cada R\$1,00 que a empresa fatura R\$0,019 são refugados, desperdiçando anualmente aproximadamente R\$561.837,00.

## FASES DO TRABALHO

Os objetivos deste trabalho foram propostos no primeiro capítulo e, para alcançá-los, foi apresentado um cronograma de orientação para os próximos passos. Com a aplicação das ferramentas 5W1H e 5W2H, a proposta foi dividida em sete fases. A escolha destas ferramentas foi embasada em Campos (2004b), que afirma ser a metodologia mais indicada,

pois organiza de forma objetiva as ações que devem ser realizadas, assegurando sua implementação de forma organizada mostrando as informações necessárias. Estas sete fases foram relatadas na Figura 12.

Figura 12 – Fases para aplicação do trabalho



Fonte: Microinox (2016)

Todas estas fases representaram uma forma de organização para o desenvolvimento do trabalho, além de servir de auxílio para o alcance dos objetivos traçados.

### **1ª Fase – Descrição e verificação do processo atual**

Esta primeira fase serviu para descrever e analisar o processo atual utilizado, identificando as falhas que foram o objeto de estudo deste trabalho. Após, foi feita uma análise destas falhas, verificando o que seria implementado no estágio II e, conseqüentemente, a correção para elas. Para esta verificação, foi importante o acompanhamento dos operadores responsáveis pela execução de cada tarefa dentro de cada departamento. Este acompanhamento serviu para compreender, dentro do dia a dia do departamento, os processos e experiências vivenciadas na realidade, que contribuiriam para a aplicação das melhorias propostas para a empresa nas próximas fases.

Sendo esta etapa a primeira, serviu como fundamento e suporte para

as fases seguintes, sempre com o intuito de atingir o objetivo proposto no início, e também para avaliação final do trabalho. De forma clara e objetiva, esta fase foi demonstrada no Quadro 6.

Quadro 6 – Descrição e verificação do processo atual

1ª Fase	Plano de ação 5W1H
O que foi feito?	Análise, avaliação e descrição de cada um dos procedimentos e processos utilizados pelo departamento.
Por que isso foi feito?	Identificar as falhas atuais.
Onde (em que local) foi feito?	No departamento de Qualidade.
Quem fez?	O autor deste trabalho.
Quando foi feito?	Segundo semestre de 2016 até o final de Janeiro de 2017.
Como foi feito?	Com o auxílio do Coordenador da Qualidade para o levantamento dos dados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

## 2ª Fase – Identificação dos itens com maior reincidência

Esta fase teve por objetivo analisar os índices de não conformidade global dentro de um período de um ano. Através dos apontamentos, os mesmo foram classificados e separados por família de produtos. Esta fase foi realizada conforme o Quadro 7.

Quadro 7 – Identificação dos itens com maior reincidência

2ª Fase	Plano de ação 5W1H
O que foi feito?	Coleta de dados conforme apontamento e registro das falhas.
Por que isso foi feito?	Encontrar a família de produtos com maior custo de refugo.
Onde (em que local) foi feito?	No setor de usinagem e qualidade.

Quem fez?	O autor deste trabalho.
Quando foi feito?	Segundo semestre de 2016 até a segunda semana de Fevereiro de 2017.
Como foi feito?	Através do relatório de registro de peças refugadas, os itens foram submetidos ao método de classificação ABC.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O item que foi identificado com ocorrências, e maior custo de defeitos no período, recebeu classificação A, sendo considerado o item de maior importância para o estudo. Este também foi o utilizado para a realização deste trabalho, lembrando que o modelo adotado aqui poderá ser replicado para os demais.

### 3ª Fase – Identificação dos tipos de defeitos encontrados

Na fase 3, utilizou-se os dados levantados pela fase 2 para a identificação das famílias de peças que compõem o refugo e, após, foram identificados os motivos pelos quais as peças foram refugadas.

Identificou-se, então, dentro do produto que representou o maior custo de refugo, os tipos de defeitos. O Quadro 8 descreve como esta fase foi realizada.

Quadro 8 – Identificação dos tipos de defeitos encontrados

3ª Fase	Plano de ação 5W1H
O que foi feito?	Identificação das diferentes causas existentes no grupo de família de peças com maior impacto de rejeitos.
Por que isso foi feito?	Para poder identificar quais destes defeitos gerava o maior número de peças refugadas.
Onde (em que local) foi feito?	No setor de usinagem e qualidade.
Quem fez?	O autor deste trabalho.
Quando foi feito?	Segundo semestre de 2016 até o final de Fevereiro de 2017.

Como foi feito?	Com o auxílio do Coordenador da Qualidade para levantamento dos dados apontados.
-----------------	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Após a realização desta fase 3, levou-se adiante as fases 4, 5 e 6, pois o gerenciamento e controle da não qualidade estão ligados diretamente aos tipos de defeitos encontrados.

#### **4ª Fase – Classificação dos defeitos com maior reincidência**

A fase 2 foi utilizada para encontrar o grupo de peças com maior parcela no custo da não qualidade. Como na fase 3 foram mostrados todos os tipos de defeitos dentro deste grupo de peças, nesta fase 4 foram identificados, entre todos os tipos de defeitos, os de maior representatividade e ocorrência. Isto possibilitou identificar as causas geradoras e, conseqüentemente, chegar até a causa raiz. O Quadro 9 descreve como esta fase foi conduzida para sua realização.

Quadro 9 – Classificação dos defeitos com maior reincidência

4ª Fase	Plano de ação 5W1H
O que foi feito?	Identificação dos defeitos com maior reincidência.
Por que isso foi feito?	Para poder tomar ações sobre estes defeitos.
Onde (em que local) foi feito?	No setor de usinagem e qualidade.
Quem fez?	O autor deste trabalho.
Quando foi feito?	Segundo semestre de 2016 até a terceira semana de Março de 2017.
Como foi feito?	Com o auxílio do Coordenador da Qualidade para o levantamento dos dados apontados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

A identificação dos grupos de maior defeito encontrados nesta fase foi importante para a realização deste trabalho, uma vez que após a aplicação desta fase é possível tomar decisões quanto aos tipos de ferramentas que foram empregados e para análise e resolução destes defeitos.

### **5ª Fase – Tomada de ação nas principais causas**

Nesta fase foi implementado o modelo a ser adotado para a tomada de decisão e na análise e resolução dos problemas mencionados nas fases 2, 3 e 4. Também foram definidas algumas das ferramentas da qualidade que auxiliaram e agilizaram o processo para encontrar a causa-raiz do problema.

Os procedimentos aqui definidos foram incluídos no *SGI* da empresa e serviram para os demais itens que acusaram uma maior representatividade no índice da não qualidade dentro do setor da usinagem. Este modelo também serviu para alcançar o objetivo geral deste trabalho. O Quadro 10 descreve o que foi realizado nesta fase.

Quadro 10 – Tomada de ações nas principais causas

5ª Fase	Plano de ação 5W2H
O que foi feito?	Foi realizado um <i>brainstorming</i> com todas as partes envolvidas no processo de produção das peças, e realizado um diagrama de Ishikawa sobre a causa do problema.  Após foi realizado os 5 Porquês.
Por que isso foi feito?	Encontrar a causa Raiz dos problemas.
Onde (em que local) foi feito?	Na produção.
Quem fez?	Setor de engenharia, qualidade e produção.
Quando foi feito?	Segundo semestre de 2016 até a segunda semana de Abril 2017

Como foi feito?	Com o auxílio das ferramentas da qualidade e seu preenchimento de forma correta
Quanto foi gasto?	O investimento necessário foi avaliado de acordo com a dimensão do problema a ser tratado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Com o auxílio do modelo adotado, foi possível determinar e escolher a melhor solução para a resolução da causa raiz do(s) problema(s). Se para realização da melhoria e ajuste do processo atual para o novo indicador no plano de ação da melhoria o investimento não seja aprovado pela empresa, o mesmo será revisto e redirecionado para um segundo plano, alternativo, até que a empresa se programe e inclua este investimento dentro do seu planejamento estratégico do ano seguinte.

Finalizar esta fase foi importante, pois com sua realização foi possível verificar a eficácia e eficiência da ação escolhida para resolução do problema e redução do refugo. Realizar esta fase de forma precisa e apresentando resultados permitiu também ser replicada a ação adotada para as demais peças.

### **6ª Fase – Avaliação de desempenho antes e depois da implantação**

Esta fase mostrou o desempenho e os resultados que foram obtidos com a escolha da ação correta indicada pelo sistema para análise e resolução dos problemas. Para realizar esta verificação foi necessário aguardar um período de no mínimo dois meses, possibilitando assim a reanálise dos resultados.

Dentro desta etapa ainda, foram controladas todas as causas de maior reincidência, que mostraram o desempenho do custo e percentual atual da não qualidade com relação ao existente no passado. O Quadro 11 descreve o que foi realizado nesta fase.

Quadro 11 – Avaliação de desempenho antes e depois da implantação

6ª Fase	Plano de ação 5W1H
---------	--------------------

O que foi feito?	Foi avaliado antes e depois os custos da não qualidade e os itens de maior impacto para estes custos.
Por que isso foi feito?	Para indicar o quanto a empresa esta perdendo com a não qualidade.
Onde (em que local) foi feito?	No setor da qualidade.
Quem fez?	O autor deste trabalho, auxiliado pelo Coordenador da qualidade e produção.
Quando foi feito?	Segundo semestre de 2016 até a primeira semana de Maio de 2017.
Como foi feito?	Confrontando os dados coletados na fase 1 com os dados atuais, após a implementação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

## 7ª Fase – Análise e apresentação dos resultados

Com o intuito de fazer uma análise e reflexão da teoria com o que se obteve na prática, esta última fase foi uma análise dos resultados obtidos com a realização de todas as outras fases. Após realizar estas análises, foi possível concluir o grau de acerto desta implementação e se as ferramentas da qualidade adotadas no presente trabalho apresentaram o efeito esperado. O Quadro 12 descreve os passos para esta realização.

Quadro 12– Análise e apresentação dos resultados

7ª Fase	Plano de ação 5W1H
O que foi feito?	Foram confrontados os resultados teóricos com os resultados obtidos na prática.
Por que isso foi feito?	Para verificar a viabilidade da implementação.
Onde (em que local) foi feito?	No setor da qualidade.
Quem fez?	O autor deste trabalho.
Quando foi feito?	Segundo semestre de 2016 até o final de Maio de 2017

Como foi feito?	Com a comparação dos resultados reais da empresa com os resultados obtidos na teoria.
-----------------	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Esta última fase representa o passo mais importante deste trabalho, pois é a apresentação, de forma resumida, dos resultados encontrados. Deixou, então, exposto o objetivo inicial deste trabalho com o emprego das metodologias e as conclusões obtidas.

## CRONOGRAMA DAS ETAPAS

Para o desenvolvimento da proposta foi criado um cronograma para acompanhar as etapas e desenvolvê-las dentro do prazo estipulado. A programação do projeto requereu uma identificação das tarefas e a relação entre elas, e isto é importante para o [gerenciamento de riscos](#), recursos humanos, e sequenciamento das atividades.

O cronograma pôde ser atualizado de acordo com o cumprimento das tarefas, prevendo atrasos ou não cumprimento do que foi pré-estabelecido. Porém, para que o trabalho fosse entregue no prazo final, foi importante executá-lo nos períodos e prazos estabelecidos aqui, já que uma etapa dependia da outra, e a não conclusão de uma das etapas interferia diretamente no início de execução da próxima.

Neste cronograma foi especificado o período para a realização de cada fase. A Figura 13 apresenta a sequência dos passos empregados para execução deste trabalho.

Figura 13 – Cronograma das Etapas

ETAPAS	Janeiro /2017				Fevereiro /2017				Março /2017				Abril /2017				Maio /2017				Junho /2017		
	Nº da semana				Nº da semana				Nº da semana				Nº da semana				Nº da semana				Nº da semana		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1ª Descrição e Verificação do Processo atual	■	■	■	■																			
2ª Identificação dos Itens com maior reincidência de defeitos					■	■																	
3ª Identificação dos tipos de defeitos encontrados							■	■															
4ª Classificação dos defeitos com maior reincidência									■	■	■												
5ª Tomada de ação nas principais causas													■	■	■								
6ª Avaliação do desempenho antes e depois da implementação																	■	■	■				
7ª Análise e apresentação dos resultados																					■	■	■
8ª Apresentação da banca																							

Fonte : Elaborado pelo autor (2016)

## CONSIDERAÇÕES

A pesquisa inicial deixou evidente a necessidade de melhorias dentro do processo produtivo no setor de usinagem da empresa Microinox Fundição de Precisão e Usinagem, constatando um índice de refugos insustentável dentro da organização.

Para que fosse possível reduzir os índices destes refugos, esta proposta de trabalho apresentou as etapas que precisaram ser executadas para o desenvolvimento da mesma. Todas foram pensadas para organizar a execução do trabalho e alcançar o objetivo principal.

Foi importante cumprir os prazos estabelecidos em cada etapa para sua execução, garantindo assim o bom andamento do trabalho. Também foi imprescindível que todos os dados e informações coletados estivessem corretos, precisos e claros, para que no final a proposta fosse cumprida na íntegra.

Com o cumprimento da proposta, foi possível mensurar os benefícios alcançados e ter todo o processo para isso fundamentado, conquistando o êxito na proposta iniciada. Os gestores dos departamentos analisados puderam julgar eficazmente todo o processo feito e verificar, no fim, a viabilidade de implementação deste trabalho dentro da empresa.

## **IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO**

Este capítulo descreve quais foram os principais aspectos considerados para a execução de cada etapa descrita na proposta do trabalho. Apresenta, também, a aplicação de algumas das ferramentas da qualidade para análise e resolução de problemas dentro do setor da usinagem, sendo estes utilizados para implementação do trabalho, objetivando quantificar os resultados alcançados.

### **1ª FASE – DESCRIÇÃO E VERIFICAÇÃO DO PROCESSO ATUAL**

Para a realização desta etapa foi necessário o envolvimento dos funcionários da área de Engenharia de Processos, Usinagem, Qualidade e Produção, sendo descritas as funções e tarefas diárias destes departamentos. Juntamente com estes profissionais, foram levantadas algumas melhorias para serem implementadas.

A análise e a descrição do processo atual foram realizadas por meio de entrevistas com os funcionários do departamento no período de dois a três dias em cada área, acompanhando as atividades diárias. Em cada encerramento, foram verificadas as anotações e juntamente com estes profissionais e o Supervisor da área foram definidas as melhorias a serem trabalhadas.

A produção, assim chamado o setor de usinagem da empresa, é responsável por transformar peças brutas em um produto semiacabado agregando assim valor ao mesmo. Além da usinagem, as peças passam por outros processos alternativos como: montagem, tamboreamento, inspeção por magnaflux, brochamento, gravação, rebitagem, teste de estanqueidade, tratamento térmico de têmpera por indução, brunimento, retífica e até mesmo lavagem.

As peças usinadas são produzidas conforme as características e dimensões atribuídas no desenho do cliente, ou, caso necessário, são elaborados desenhos de processo com tolerâncias reduzidas a fim de corrigir possíveis deformações causadas por processos subsequentes como

tratamento térmico e montagem. Estes processos envolvem 75% das peças produzidas dentro da empresa.

Na Figura 14 pode-se observar o parque fabril da usinagem, constituído hoje por 78 máquinas que fazem os diferentes processos acima citados.

Figura 14 – Setor de Produção da Usinagem



Fonte : Elaborado pelo autor (2017)

As peças produzidas passam por alguns métodos de controle para assegurar a qualidade do produto. Estes instrumentos e procedimentos são elaborados pela Engenharia de Processo de Usinagem em conjunto com a Qualidade e Engenharia de Produto. Assim, cria-se uma pasta para cada item de produção, contendo seu Plano de Controle, Registro Dimensional e IT - *Instrução de Trabalho*. Tais procedimentos são obrigatórios para a produção, portanto, sem estes a produção é imediatamente bloqueada.

Esta pasta com os procedimentos são entregues pela qualidade no início do processo de produção ou no *Set-up* juntamente com os instrumentos, dispositivos e padrões descritos no Plano de Controle, e são

devolvidos pela produção/operadores no final de cada lote de produção. A produção utiliza-se destes procedimentos para iniciar e controlar a qualidade dos produtos dentro do período de produção da peça.

Durante a produção das peças, caso ocorra alguma anormalidade no processo e esta ocasione um defeito na peça em processamento, o operador deve revisar as peças anteriores à peça defeituosa até encontrar a primeira peça boa. As peças rejeitadas são identificadas com etiqueta vermelha, contadas e destinadas até o local de peças não conformes. A Figura 15 mostra a localização de destino das peças não conformes.

Figura 15 – Gaiola de Peças não Conformes  
1º Turno  
3º Turno  
2º Turno



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Os Analistas da Qualidade têm por função dar suporte à produção no processo de checagem dimensional dos produtos em processamento, medindo as peças no posto de trabalho junto aos operadores e também na sala tridimensional, conforme frequência descrita no plano de controle. São responsáveis também pela distribuição, controle e calibração dos

instrumentos, padrões, dispositivos e calibradores, utilizados como sistemas de medição para garantir a qualidade e as especificações do produto.

O setor da qualidade também realiza a ponte entre o cliente e a fábrica quando se faz necessária alguma alteração do produto ou até mesmo alteração de tolerâncias. Quando existe alguma reclamação por parte do cliente, também é de responsabilidade da qualidade repassar a informação à produção.

No setor da qualidade existe uma pessoa responsável por contabilizar, catalogar e identificar toda peça refugada na produção. Estes refugos são recolhidos diariamente das gaiolas de peças reprovadas e apontados por códigos, que indicam os diferentes motivos pelos quais as peças podem sofrer alterações e ficar em desacordo com o especificado pelo cliente. Na Figura 16 pode-se ver estes códigos utilizados para apontamento.

Figura 16 – Relação de Códigos de Defeitos

<b>(140) PROCESSO USINAGEM</b>					
51	DIMENSIONAL USINADO	62	SET – UP (USI)	108	COMPRIMENTO MAIOR
52	RUGOSIDADE	70	DIÂMETRO MAIOR	109	PLANICIDADE
53	TRINCA INDUÇÃO (5418)	98	DIÂMETRO MENOR	111	PERPENDICULARIDADE
54	BATIDAS / AMASSAMENTOS	99	ROSCA APERTADA	112	OVALIZAÇÃO
55	DÉSLOCAMENTOS (USI)	101	ROSCA FOLGADA	113	CHANFRO MENOR
56	ERRO DE FIXAÇÃO	102	ESPESSURA MAIOR	114	CHANFRO MAIOR
57	QUEBRA DE FERRAMENTA	103	ESPESSURA MENOR	116	ALTURA MAIOR
58	AJUSTE/TROCA FERRAMENTA	105	PROFUNDIDADE MAIOR	117	ALTURA MENOR
59	DIMENSIONAL (FURADEIRAS)	106	PROFUNDIDADE MENOR	118	MANCHA
60	OXIDAÇÃO (USI)	107	COMPRIMENTO MENOR	119	CONCENTRICIDADE
121	INDUÇÃO INTERNA	122	POSIÇÃO REAL FORA		

Fonte : Microinox Fundição de Precisão e Usinagem Ltda. (2017)

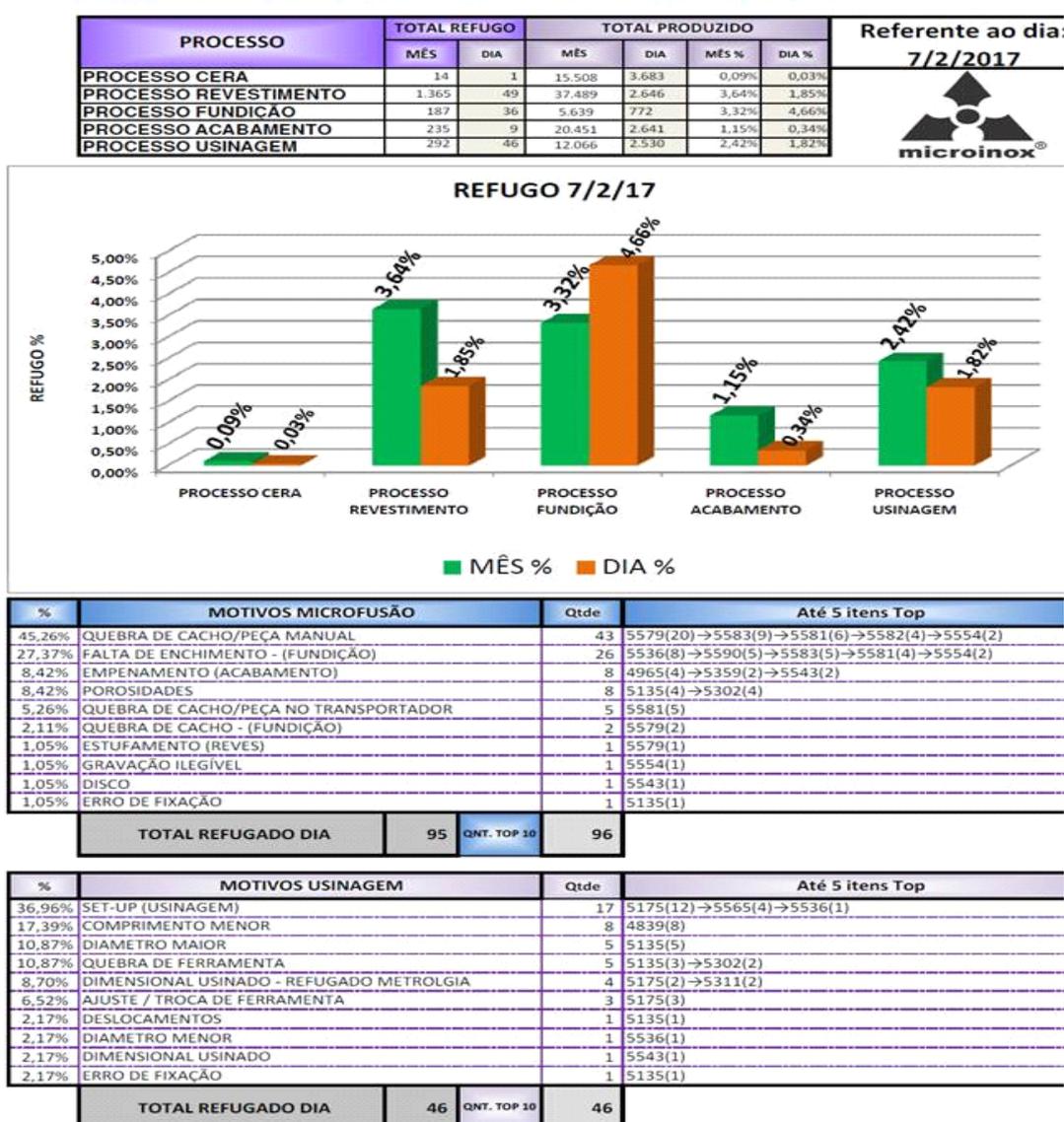
Realizada esta primeira etapa de apontamentos de quantidade de peças, tipo de defeito e código do produto, é disparado um relatório de refugo por e-mail para todos os gestores. Este indica o percentual de refugo gerado

no dia e mais algumas informações, como percentual acumulado no mês e as peças com a maior quantidade de refugo.

Este relatório serve como alerta para a produção, e é a partir dele que se inicia o processo de tomada de decisão por parte da Engenharia de Processos, Setor da Qualidade e Departamento de Produção para contenção e uma possível ação corretiva, tendo a intenção de corrigir o defeito momentaneamente. A Figura 17 mostra o modelo do relatório.

Figura 17 – Relatório diário de Apontamento do Refugo.

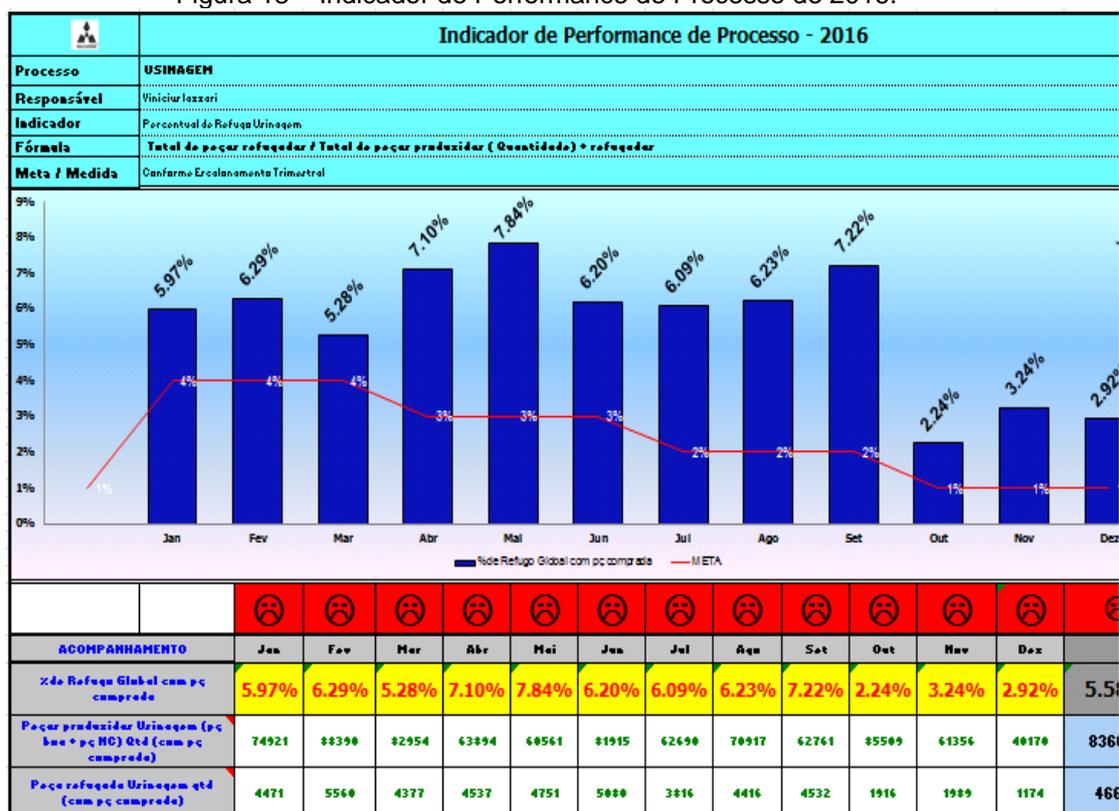
## RELATÓRIO REFUGO DIÁRIO MICROINOX- 2016



Fonte : Microinox Fundição de Precisão e Usinagem Ltda. (2017)

Com o apontamento destes dados é possível verificar que o índice e o custo da não qualidade ao longo de 2016 ficaram na média de 5,58%, acima da meta prevista pela empresa que era de 2%. Isto justifica o elevado custo da operação, que fica acima dos padrões automotivos de produção. Na Figura 18 pode-se acompanhar este Indicador de Performance de Processo mês a mês ao longo do ano de 2016.

Figura 18 – Indicador de Performance de Processo de 2016.



Fonte : Microinox Fundição de Precisão e Usinagem LTDA (2017)

Algumas ações eram adotadas com o objetivo de reduzir o custo da não qualidade. No entanto, pode-se observar ao longo do ano que o índice sempre se manteve acima do planejado, provando assim a ineficiência das ações adotadas, a inviabilidade de se produzir determinados itens e a recorrência dos problemas.

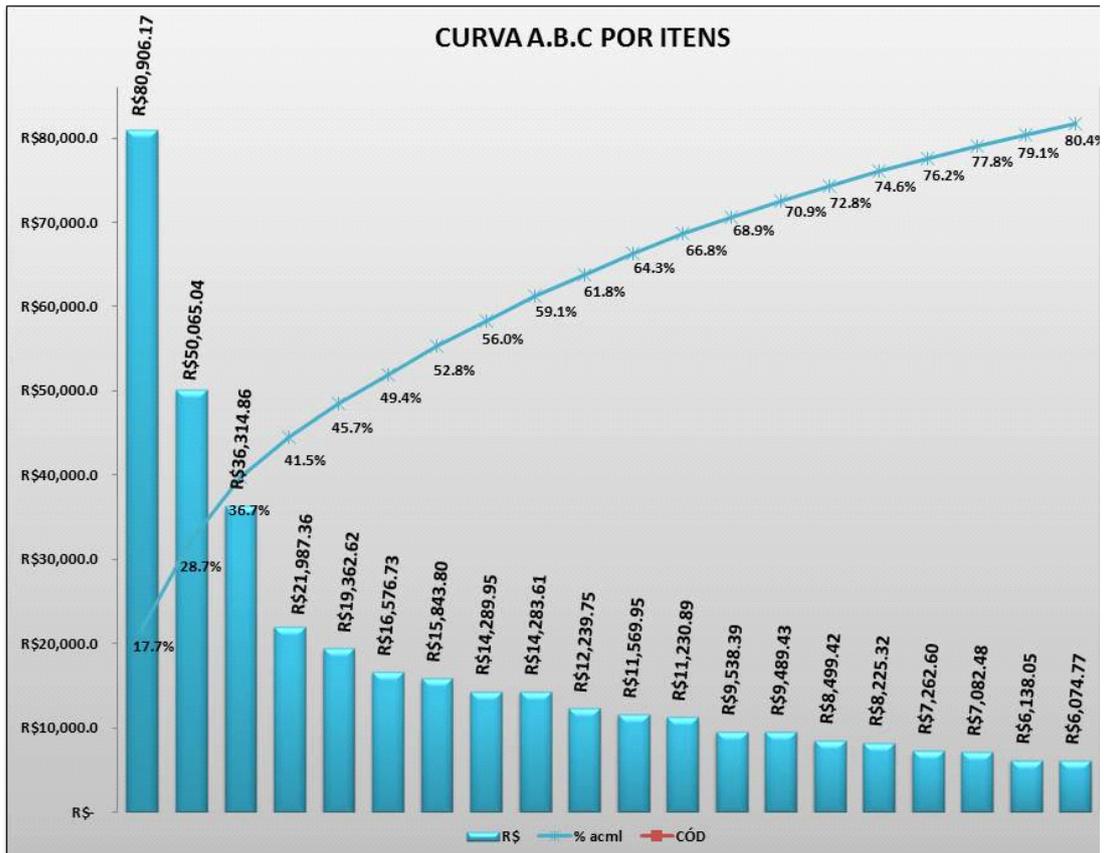
Os problemas eram atacados de forma corretiva e não na forma de prevenção, e muitas vezes as ações planejadas para solucionar algum

determinado defeito de qualidade não correspondiam com total sucesso e exatidão, pois não se analisava a causa geradora ou causa raiz, e sim uma falha pontual, deixando o sistema vulnerável a novas ocorrências dos mesmos defeitos.

## 2ª FASE – IDENTIFICAÇÃO DOS ITENS COM MAIOR REINCIDÊNCIA

Para iniciar a proposta deste trabalho, foi realizada a classificação dos itens com maior reincidência de defeitos e maior custo no período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2016. Para obtenção destes dados, foram criados diferentes relatórios para auxiliar na análise e entendimento do grupo de família que apresentou o maior custo de refugo para a empresa ao longo do ano, para esse caso, foi elaborada uma curva ABC simplificando a identificação. Na Figura 19 é apresentado o Relatório Geral acumulado por item com maior custo da não qualidade ao longo do ano de 2016.

Figura 19 – Relatório Geral acumulado por item em 2016



Fonte : Elaborado pelo Autor (2017)

Verificou-se que em 2016 ocorreu um total de 53.088 peças refugadas por algum tipo de defeito, o que gerou uma perda de faturamento para a empresa de R\$456.245,90. No Apêndice A encontra-se mais detalhadamente a relação dos itens conforme a curva ABC da Figura 19.

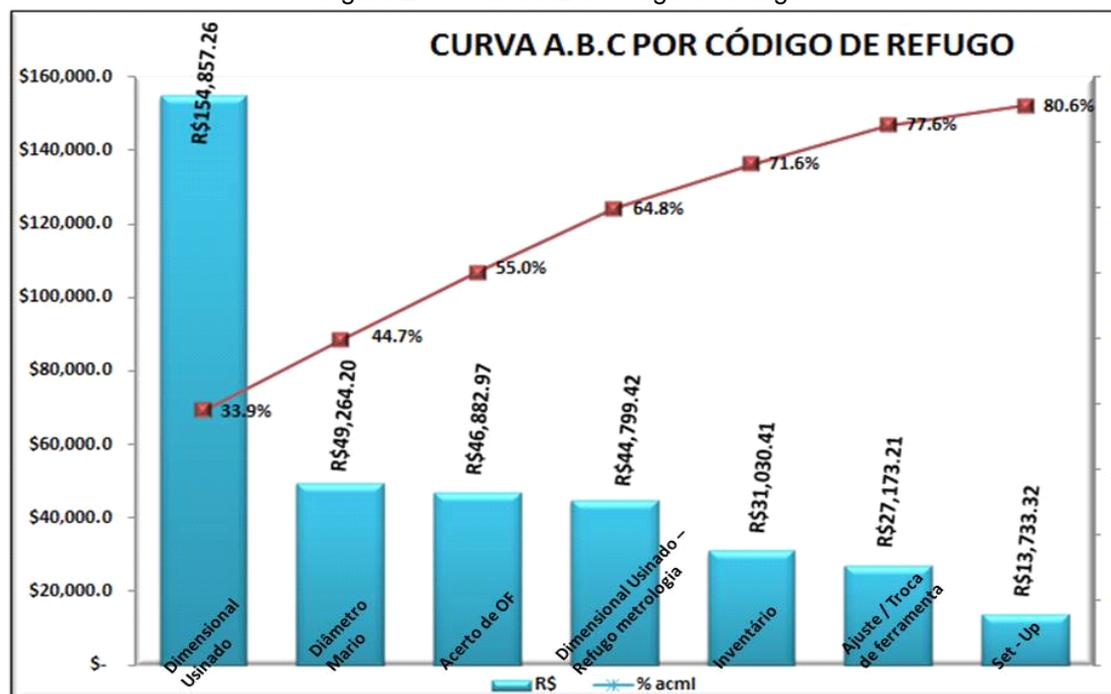
Para realizar esta classificação, utilizou-se o modelo de Curva ABC, sendo que os itens de maior relevância para a produção são os que mais afetam no custo da não qualidade. Isto mostra que a curva A é composta por 20 itens, representando 80,4% dos custos, o que corresponde a um valor de R\$366.981,18. Na curva B, aparecem 22 itens representando assim 13,5% dos custos com refugo, que corresponde a R\$67.144,00. E, para a curva C, há então 79 modelos de peças, fechando 4,6% de todo o custo da não qualidade, e este, por sua vez, é equivalente a R\$22.120,00.

### 3ª FASE – IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE DEFEITOS ENCONTRADOS

Na realização desta etapa, para identificação dos tipos de defeitos existentes dentro da família de peças com maior relevância, foram divididas e catalogadas todas as possibilidades de se rejeitar uma peça dentro do processo de usinagem. Assim, de uma forma macro, pode-se verificar o defeito que mais se sobressaiu ao longo do ano, e assim, dependendo do defeito, o plano de ação e as causas destes podem ser os mesmos.

A relação de todos os tipos de defeitos gerados dentro do grupo de peças defeituosas e sua representação pode ser vista no Apêndice B. A Figura 20 está representada pelo gráfico de Pareto, identificando através da curta ABC os defeitos de maior impacto no custo do refugo.

Figura 20 – Curva ABC código de refugo



Fonte : Elaborado pelo Autor (2017)

Os dados indicados nesta fase serão monitorados pelo setor de Engenharia de Processos, tendo como objetivo verificar os de menor

relevância, a fim de propor soluções objetivas de médio a longo prazo.

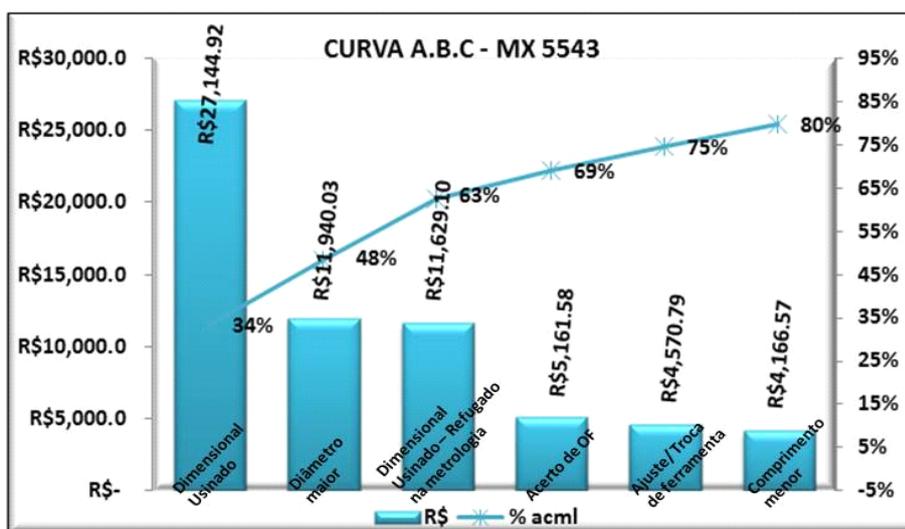
#### 4ª FASE – CLASSIFICAÇÃO DOS DEFEITOS COM MAIOR REINCIDÊNCIA

Nesta fase do trabalho foram classificados os defeitos de maior impacto na quantidade de peças defeituosas dentro do grupo de família de peças selecionadas na fase dois.

Para a realização desta etapa foram selecionados os dois primeiros itens da Curva A, sendo estes o objeto de estudo ao longo deste trabalho, divididos em categorias de alta, média e de baixa relevância dentro da Curva A.

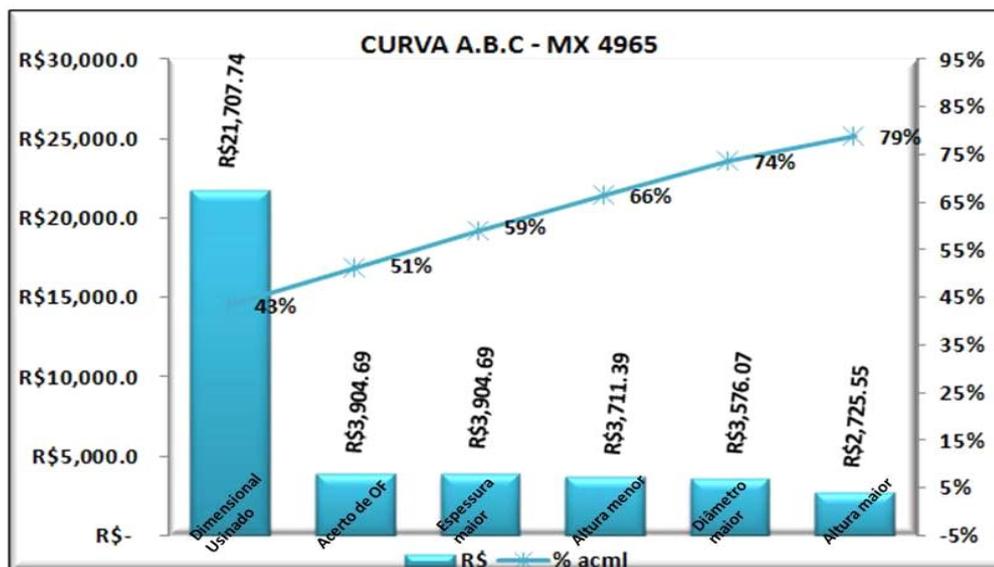
Através dos registros de apontamentos por código de defeitos, pode-se encontrar na Figura 21 os defeitos identificados no primeiro item da curva A, e na Figura 22 os defeitos relacionados ao segundo item da curva A.

Figura 21 – Defeitos referentes ao primeiro item da curva A



Fonte : Elaborado pelo Autor (2017)

Figura 22 – Defeitos referentes ao segundo item da curva A



Fonte : Elaborado pelo Autor (2017)

Esta etapa serviu como balizador para revisão de alguns processos produtivos do setor, uma vez que estes dados representam a capacidade e repetibilidade de alguns dos processos de usinagem da empresa.

Algumas destas não conformidades podem ser consideradas como inerentes ao processo de fabricação. No entanto, o Setor de Engenharia está constantemente em busca de novas tecnologias e novas alternativas que minimizem esta variabilidade, de uma forma que se torne cada vez mais viável para a organização, do ponto de vista financeiro e de qualidade.

### 5ª FASE – TOMADA DE AÇÃO NAS PRINCIPAIS CAUSAS

Na quinta fase, então, foi elaborado o estudo principal deste trabalho. Foram aplicadas as ferramentas da qualidade com o objetivo de indicar e propor uma alternativa que possa combater cada uma das possíveis causas

de não qualidade identificadas na fase anterior. Visto a complexidade e o tempo necessário para implementação de algumas ações, a metodologia será aplicada inicialmente no item de maior custo de refugo.

Para uma análise inicial, foi agendada uma reunião no formato *brainstorming* com os setores que estão ligados diretamente nos processos de produção, conforme Apêndice C..

Com este primeiro *brainstorming*, foi criado o formulário interno que serviu como registro de todas as possíveis sugestões. Assim, verificou-se 11 situações que puderam vir a gerar peças defeituosas do item MX5543, pelo código 51 (dimensional usinado). O Apêndice C é representado pelo formulário utilizado para registro da primeira reunião realizada pela equipe e as possíveis causas de falhas indicadas por ela.

Das 11 indicações propostas pela equipe, três delas foram repetidas pela maioria de pessoas do grupo e que são:

- ferramenta de corte com desgaste excessivo;
- dispositivo funcional descalibrado e/ou não aferido;
- deformação da peça após tratamento térmico.

A próxima etapa, após o *brainstorming*, utilizada como proposta deste trabalho, é a realização de um relatório *8D* para cada um dos defeitos relacionados na quarta fase. O Apêndice A representa o modelo de formulário já preenchido até chegar à causa raiz.

Tendo estes resultados apontados no relatório, as seguintes ações foram tomadas: inicialmente um contador para vida útil da ferramenta de corte foi inserido dentro do programa de usinagem, fazendo com que a máquina entre em alarme sempre que a ferramenta atinja a quantidade de 350 peças.

O segundo plano de ação gerado na resolução dos 5 porquês foi com relação ao dispositivo de controle ou dispositivo funcional que verifica a qualidade dimensional da peça. Foi verificado, então, que a peça utilizada como peça padrão para calibrar o dispositivo funcional já apresentava desgaste e folga, sendo assim, gerava uma variação e uma incerteza na medida entre o resultado apresentado pelo dispositivo e o resultado

encontrado no laboratório tridimensional. Na Figura 23 pode-se ver o dispositivo funcional e a peça padrão.

Figura 23 – Dispositivo funcional do item MX 5543



Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Quanto ao terceiro motivo, referente ao tratamento térmico realizado por uma empresa terceirizada homologada pela Microinox, foram alterados os parâmetros de carga das peças, padronizando, assim, a forma de alocação das peças no cesto para entrada das mesmas no forno de tratamento.

Estas alterações serviram para manter o processo de tratamento térmico estável e padronizado, pois a empresa que presta este serviço para a Microinox trabalha com três turnos de trabalho, e nem sempre as cargas são preparadas pela mesma pessoa. Este fato foi decisivo para a continuação do processo de avaliação da causa raiz, pois em diversas vezes se constatou deformações na peça após tratamento térmico.

Para o segundo motivo de maior refugo, código 70 (Diâmetro Maior), tanto na primeira parte da reunião de *brainstorming* quanto na realização do 8D, chegou-se nos mesmos resultados. Neste caso, verificou-se que a

ferramenta de usinagem, que realizava a operação de mandrilamento do diâmetro não possuía uma tecnologia capaz de manter a tolerância da peça especificada no desenho do cliente. Tratava-se de uma ferramenta adaptada para a operação, pois a original havia sido danificada. Esta, então, por sua vez, tinha uma variabilidade muito próxima à tolerância da peça, além de não possuir mecanismo de ajuste de precisão. A Figura 24 apresenta um modelo de ferramenta de precisão com recurso de regulagem de 0,002mm e um modelo de ferramenta cujo ajuste necessita de um outro dispositivo de verificação (base magnética com relógio comparador), prolongando o processo que naturalmente levaria 30 segundos para mais de 30 minutos.

Figura 24 – Barra para Mandrilar diâmetro



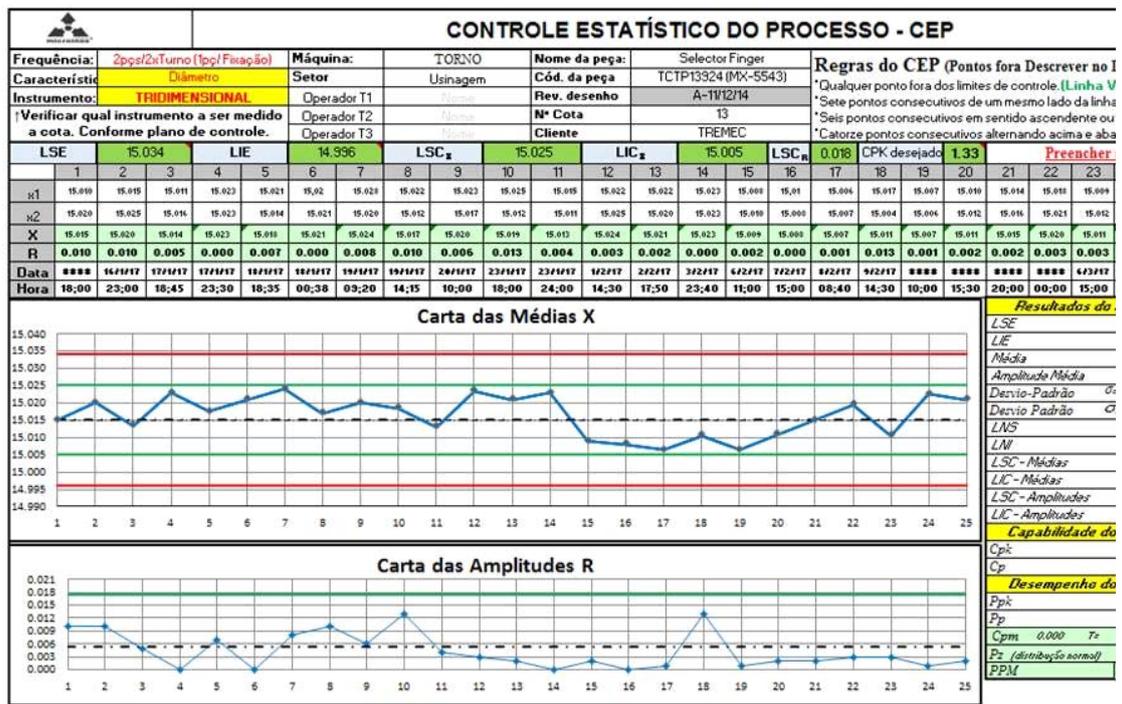
Fonte : Elaborado pelo Autor (2017)

Além da troca da ferramenta, foram ajustados os parâmetros de corte

da mesma possibilitando, assim, um turno inteiro de trabalho sem necessidade de ajuste, mantendo o diâmetro basicamente sempre na nominal, diminuindo a variabilidade do processo.

Para validação e verificação da melhoria, foi implementada uma carta CEP referente à característica alterada. Na Figura 25 é apresentada a carta de controle deste processo.

Figura 25 – Carta CEP para diâmetro 14,996mm a 15,034mm



Fonte : Microinox Fundição de Precisão e Usinagem LTDA (2017)

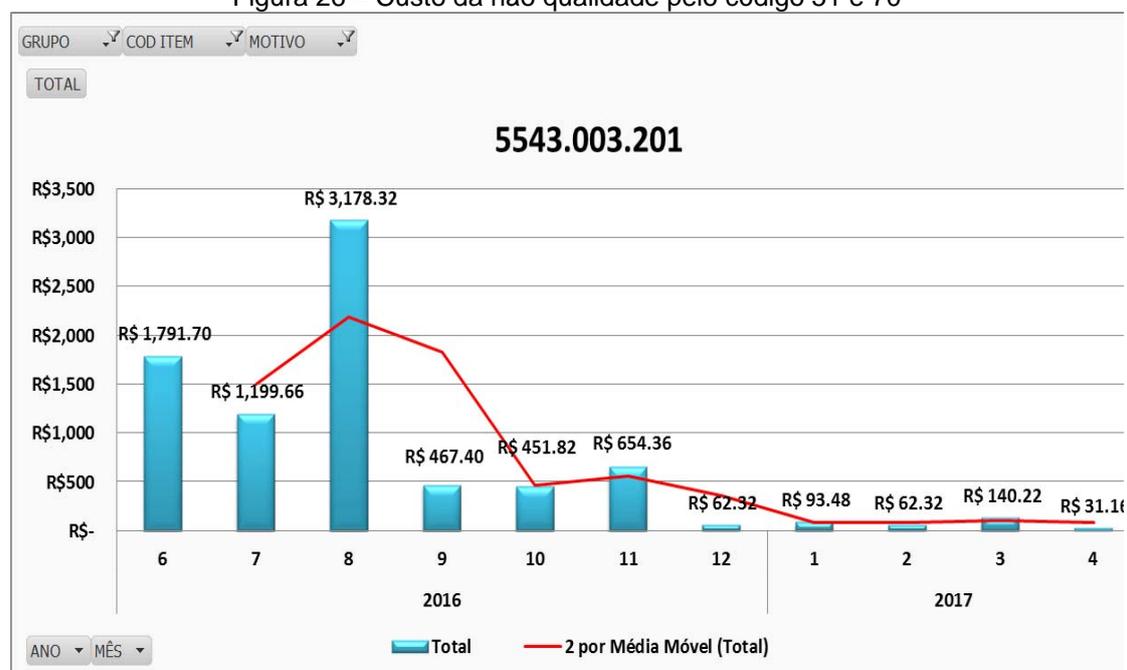
## 6ª FASE – AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ANTES E DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO

Executar as melhorias em todos os itens da curva A seria o ideal para avaliar os custos antes da implementação e o desempenho destes depois. No entanto não foi possível concluir esta etapa, pois a mesma ainda está em

execução. Visto isso, foi usado o primeiro código para realizar as outras etapas para a estimação dos resultados. O item MX 5543 foi o primeiro a ser ajustado dentro do processo de produção e, conseqüentemente, já se padronizou ao novo sistema de gestão para combater as causas da não qualidade.

Para obter o valor da redução de custo do refugo, foi necessário o levantamento da quantidade de peças refugadas do item MX 5543, pelos códigos 51 e 70, de junho até novembro de 2016, e depois da implementação este mesmo levantamento foi feito para os meses seguintes de dezembro de 2016 até abril de 2017. Estes valores foram carregados e apresentados na Figura 26 para obter o valor percentual de cada item e o total.

Figura 26 – Custo da não qualidade pelo código 51 e 70



Fonte : Microinox Fundição de Precisão e Usinagem LTDA (2017)

Esta alteração proporcionou uma redução de 10 segundos no tempo de usinagem por peça, melhora no acabamento superficial (rugosidade) e um aumento de 12,5% na produtividade, pois o número de horas com ajustes ou troca de ferramenta foi reduzido.

Ao analisar a Figura 20, o segundo maior motivo de não conformidade das peças usinadas está relacionado com o código 70

(diâmetro maior). Neste caso também podem estar relacionando, aqui, uma quantidade não contabilizada de peças retrabalhadas, pois a variabilidade da ferramenta também ocasiona peças não conformes com o código 98 (diâmetro menor), porém neste caso, boa parte das peças podem ser retrabalhadas por outros processos constituídos dentro da empresa alterando a medida para um valor que atenda a especificação.

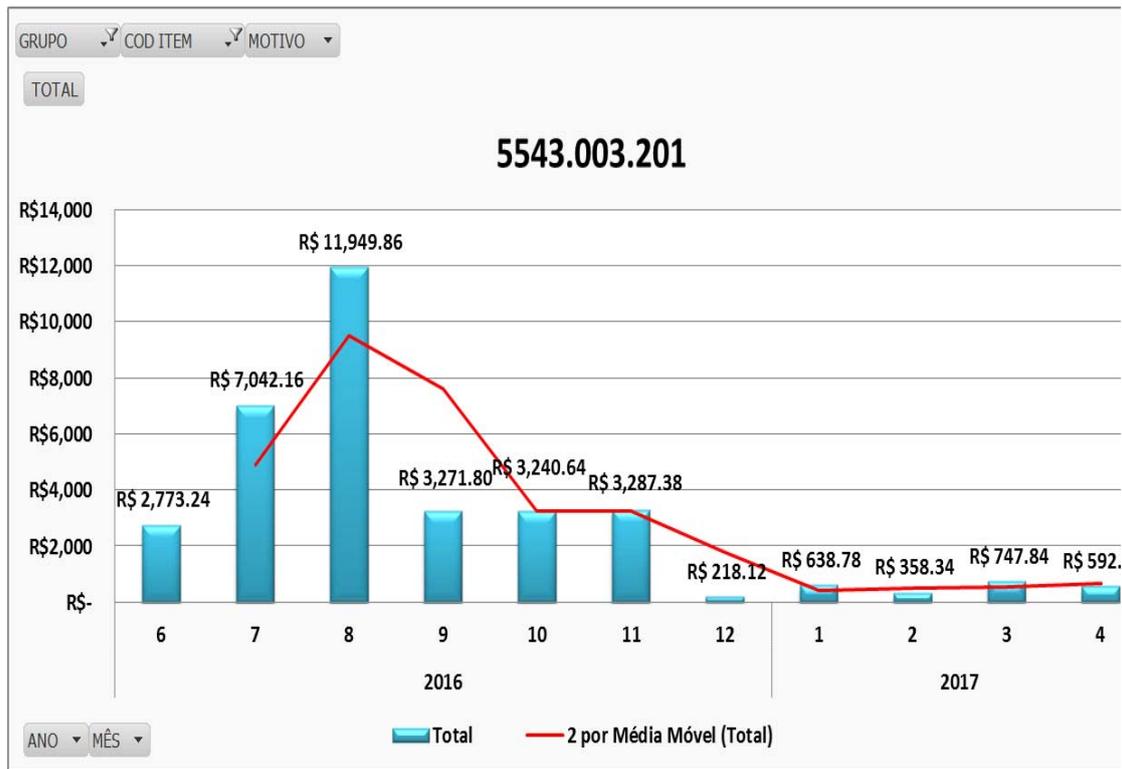
Vistos estes resultados, foi proposto para a direção da empresa, que aprovou, a necessidade de se investir R\$ 30,000,00 em um conjunto de 5 novas barras micrométricas para mandrilar diâmetro com tolerância que podem ser de 0,02mm ou 0,05mm, além de novos calibradores de processo, pois alguns destes calibradores já apresentavam desgaste. Estes novos calibradores de processos possibilitam uma margem de erro na regulagem da ferramenta de 14%, tanto para mais quanto para menos, limitando e centralizando ainda mais a medida da peça.

Também novos treinamentos geridos pela Engenharia de Processos foram criados junto à produção com a finalidade de instruir os operadores de como se monta e se regula a ferramenta e alguns cuidados preventivos que se devem ter.

## 7ª FASE – ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

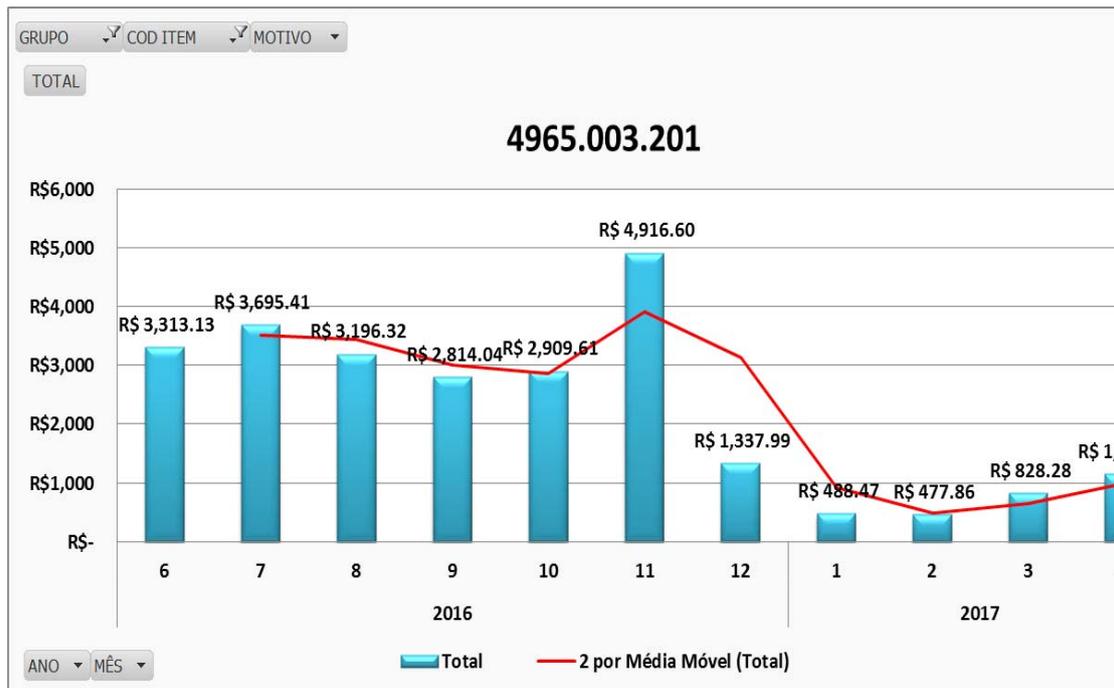
Comparando as diferenças encontradas antes e depois da implementação deste trabalho, e também como reflexão e análise, os resultados obtidos foram apresentados de forma resumida. Para isso foram comparados os valores de refugos encontrados nos últimos 7 meses de 2016 e os 4 primeiros meses de 2017. As Figuras 27 e 28 apresentam o custo da não qualidade dos itens MX 5543 e MX 4965 antes e após a implementação.

Figura 27 – Custo da não qualidade MX 5543 antes e após a implementação.



Fonte : Elaborado pelo Autor (2017)

Figura 28 – Custo da não qualidade MX 4965 antes e após a implementação.



Fonte : Elaborado pelo Autor (2017)

Analisando as figuras, comprovou-se a redução do refugo e do custo da não qualidade perto de 90% para o item MX 5543 e de 75% para o item MX 4965. Conseqüentemente, percebe-se uma melhora do processo produtivo das peças, assim como a sua qualidade em termos de melhor acabamento e redução da variabilidade.

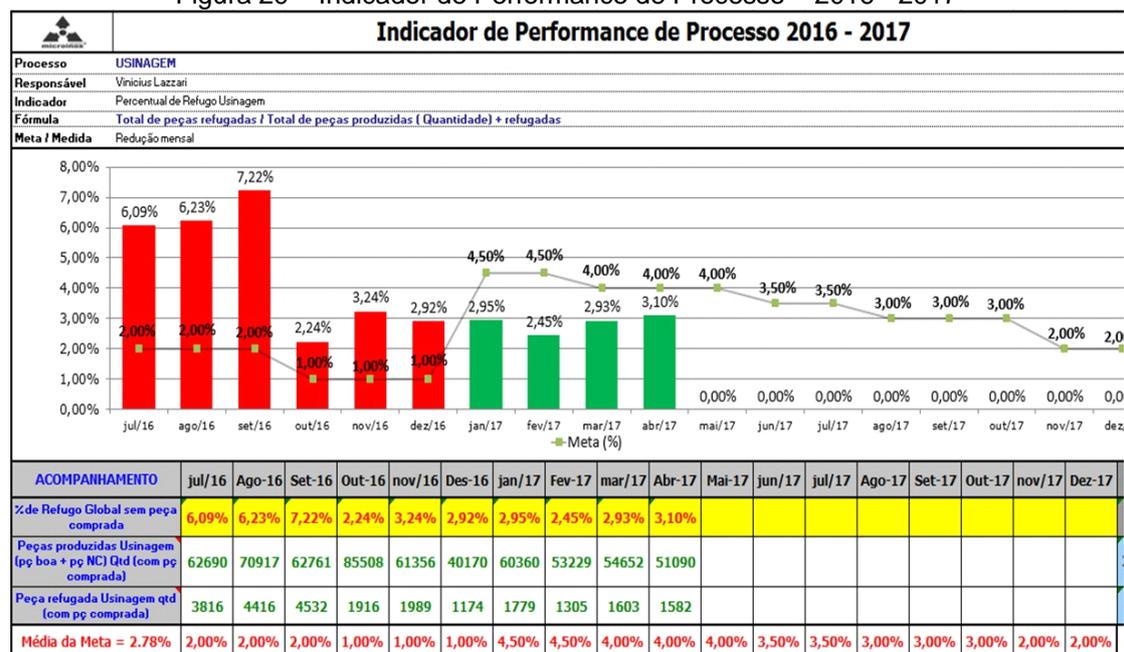
Os investimentos realizados pela empresa para aquisição das barras micrométricas renderam um retorno ainda maior, no entanto não serão apresentados neste trabalho. Este resultado se atribuiu ao fato de que esta ferramenta é adaptada para uma gama de diâmetros que podem ir de 6mm até 38mm, o que compreende o diâmetro de todas as peças produzidas pela empresa.

Para as próximas etapas, como redução do refugo da empresa, seria necessário configurar cada máquina do Centro de Usinagem existente com duas barras micrométricas de mandrilar diâmetros, isto porque os equipamentos podem vir a trabalhar com dois modelos diferentes de peças ao mesmo tempo.

O treinamento da produção também passará a se tornar um processo chave dentro da organização, uma vez que estas ferramentas requerem um

manuseio diferenciado. Para isto, a cada nova contratação, o colaborador será submetido a um treinamento inicial realizado pela Engenharia de Processos sobre a utilização deste equipamento. Na Figura 29 é apresentado um comparativo do resultado da não qualidade dos últimos seis meses do ano de 2016 e os resultados dos primeiros 4 meses de 2017.

Figura 29 – Indicador de Performance de Processo – 2016 - 2017



Fonte : Microinox Fundição de Precisão e Usinagem LTDA (2017)

## CONCLUSÃO

Vivendo num momento de crise econômica e política, hoje as empresas precisam buscar fortalecimento de sua marca e agregar maior participação no mercado. Como diferencial, então, apresentam maior preocupação com seus clientes, procura de novos, e contínua busca de fortalecimento, como mais qualidade para seus produtos e serviços.

Percebendo essa necessidade, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de realizar a implementação de uma sistemática que seja capaz de evidenciar falhas dentro do sistema de produção, especificamente do setor

de usinagem da empresa Microinox, através de algumas das ferramentas da qualidade, buscando a identificação da causa raiz do problema a fim de tomar a ação mais adequada no combate do refugo de peças.

Por se tratar de uma empresa que possui um grande número de produtos e atende clientes em diferentes segmentos de mercado, seguindo rigorosos requisitos, principalmente da linha automotiva que tem normas e procedimentos específicos, buscou-se, então, testar as ferramentas da qualidade que melhor ajudariam a evoluir na busca da causa raiz dos problemas de não qualidade oriundos do processo de manufatura da empresa. Foi definida, então, uma metodologia para tomada de ação dentro dos principais motivos deste refugo, adaptando-a às necessidades da companhia.

Esclarece-se, então, que o principal objetivo deste trabalho foi alcançado. Os resultados propostos foram alcançados e foi possível implementar o modelo descrito para resolução, após análise, dos problemas. Para isso, aplicou-se a curva ABC, importante ferramenta de identificação dos itens que necessitam tratamento diferenciado, para classificar a relevância de ocorrências dos defeitos nos itens de produção da empresa. Esta classificação mostrou que 20 dos itens pertencentes à classe A, representam 80,4% dos custos com peças defeituosas gerando assim um prejuízo de R\$366.981,18 no ano de 2016.

A escolha para se ter uma metodologia para análise e resolução dos problemas foi realizada simulando diferentes cenários dentro da organização. Após realizar as simulações, foi possível verificar qual modelo chegou na melhor solução para os problemas de não qualidade para os itens analisados.

O modelo adotado neste trabalho para se chegar à causa raiz dos problemas de qualidade é resultado de uma série de ações e sistemas pelo qual a empresa teve que se adaptar. Inicialmente, buscou-se recolher o maior número de hipóteses possíveis geradoras dos defeitos com pessoas-chaves dos diferentes setores da empresa, o que foi atingido através do *brainstorming*. O segundo passo foi selecionar os defeitos mais representativos e iniciar o 8D, utilizando o diagrama de causa e efeito ou

mais conhecido como diagrama de Ishikawa e os 5 porquês, assim, encontrando o início da geração do problema.

O controle da não qualidade da empresa em estudo precisa de acompanhamento continuamente por parte de seus gestores, e atualização dos parâmetros, pois como foi mostrado, o custo com refugo é ponto chave dentro da organização e a cada mês novos projetos, novas peças são desenvolvidas.

Ações globais na área de treinamento da produção como manuseio e ajuste das ferramentas, acompanhamento dos parâmetros de corte, utilização correta dos dispositivos funcionais também foram propostas e estão sendo exercidas a cada 15 dias mostrando um avanço no hábito motivacional dos operadores. A realização deste trabalho possibilitou conciliar a teoria com a prática por meio da aplicação de várias técnicas a fim de encontrar a causa raiz dos problemas de usinagem em um contexto real.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sistemas de Gestão Ambiental – Especificação e diretrizes para uso**. Rio de Janeiro: ABNT. Out/1996. 14p.

AGUAYO, Rafael. **Dr. Deming: O americano que ensinou a qualidade total aos japoneses**. Rio de Janeiro: Record, 1993.

CALEGARE, Álvaro José de Almeida. **Técnicas de garantia da qualidade**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8. ed. Nova Lima, MG: INDG TecS, 2004a.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade Total: No estilo japonês**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2004b.

CHAMON, Edna Maria Querido De Oliveira. **Gestão Integrada de Organizações**. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.

CROSBY, Phillip B. **Qualidade é investimento**. 6. ed. Rio de Janeiro : José Olympio, 1994.

DEMING, W. Edwards. **Qualidade: A Revolução da Administração**. Rio de

Janeiro: M Saraiva, 1990.

FEIGENBAUM, Armand V. **Controle da Qualidade Total – v. IV – Aplicação nas Empresas**. São Paulo: Makron Books, 1994.

FILHO, Moacyr Paranhos. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: Ibpex, 2007.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

Infográfico das 7 Ferramentas da Qualidade. Disponível em: <http://www.blogdaqualidade.com.br/as-sete-ferramentas-da-qualidade>. Acesso em: 26 set. 2016.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle da Qualidade Total: À maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Compus, 1993.

JURAN, J. M. **Juran on quality design: the new steps for planning quality into goods and services**. 1992.

JURAN, Joseph M.; GRYNA, Frank M. **Controle de qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1991-1993. 9 v.

MARSHALL JUNIOR, Isnard; CIERCO, Agliberto Alves; ROCHA, Alexandre Varanda; MOTA, Edmarson Bacelar; LEUSIN, Sérgio. **Gestão da Qualidade**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

MICROINOX – MICROINOX FUNDIÇÃO DE PRECISÃO E USINAGEM LDTA. Acervo interno disponibilizado pela empresa. 2016.

MICROINOX. **Microinox Fundição de Precisão e Usinagem LTDA**. Disponível em: <<http://www.microinox.com.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

MOURA, Henrique. **PMP: Sem segredos**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2013.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade no processo: a qualidade na produção de bens e serviços**. São Paulo: Atlas, 1995.

ROBLES JR., Antonio. **Custos da qualidade: aspectos econômicos da gestão da qualidade e da gestão ambiental**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2003.

ROTHERY, Brian. **ISO 9000**. São Paulo, Makron Books, 1993.

SCHERKENBACH, William W. **O caminho Deming para a melhoria contínua**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1993.

TOWNSEND, Patrick L. **Compromisso com a qualidade**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

VERAS, Carlos Magno dos Anjos. **GESTÃO DA QUALIDADE**. Net, São Luis, mar. 2009. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/19770-Instituto-federal-de-educacao-ciencia-e-tecnologia-do-maranhao-departamento-de-ciencias-humanas-e-sociais.html>>. Acesso em: 20 set. 2016.

WERNKE, Rodney. **Gestão de custos: uma abordagem prática**. São Paulo: Atlas, c2001.

**APÊNDICE A – SELEÇÃO DO GRUPO DE PEÇAS COM MAIOR  
REPRESENTAÇÃO NO CUSTO DA NÃO QUALIDADE**

5						
6	Rótulos de Linha	Total CUSTO	Total QTDE	%/custo total	% acml	curva
7	= 5,543,239,201	80,906	2602	17.73%	17.7%	A
8	= 4,965,003,201	50,065	2590	10.97%	28.7%	A
9	= 5,299,239,201	36,315	1794	7.96%	36.7%	A
10	= 5,507,400,400	21,987	1616	4.82%	41.5%	A
11	= 5,359,275,201	19,363	3332	4.24%	45.7%	A
12	= 5,302,239,201	16,577	2184	3.63%	49.4%	A
13	= 5,425,239,201	15,844	1011	3.47%	52.8%	A
14	= 5,304,239,201	14,290	1163	3.13%	56.0%	A
15	= 5,297,239,201	14,284	3274	3.13%	59.1%	A
16	= 5,298,239,201	12,240	1903	2.68%	61.8%	A
17	= 5,175,239,201	11,570	1342	2.54%	64.3%	A
18	= 5,343,239,201	11,231	1402	2.46%	66.8%	A
19	= 5,334,001,201	9,538	845	2.09%	68.9%	A
20	= 5,365,274,201	9,489	1288	2.08%	70.9%	A
21	= 5,342,239,201	8,499	1147	1.86%	72.8%	A
22	= 5,351,275,201	8,225	659	1.80%	74.6%	A
23	= 5,172,239,201	7,263	1011	1.59%	76.2%	A
24	= 5,339,001,201	7,082	1279	1.55%	77.8%	A
25	= 5,352,275,201	6,138	653	1.35%	79.1%	A
26	= 5,333,003,201	6,075	306	1.33%	80.4%	A
27	= 5,128,003,200	5,774	1389	1.27%	81.7%	B
28	= 4,839,240,201	5,141	1501	1.13%	82.8%	B
29	= 5,222,003,301	5,045	511	1.11%	83.9%	B
30	= 5,301,239,201	4,728	1539	1.04%	85.0%	B
31	= 5,508,400,400	4,549	226	1.00%	86.0%	B
32	= 5,358,003,201	3,613	1428	0.79%	86.8%	B
33	= 5,303,239,201	3,518	821	0.77%	87.5%	B
34	= 5,116,003,202	3,383	663	0.74%	88.3%	B
35	= 5,497,026,201	3,126	700	0.69%	89.0%	B
36	= 5,544,239,201	2,846	188	0.62%	89.6%	B
37	= 4,903,239,201	2,800	276	0.61%	90.2%	B
38	= 5,337,001,201	2,790	725	0.61%	90.8%	B
39	= 5,498,026,201	2,504	356	0.55%	91.4%	B
40	= 5,373,239,201	2,360	221	0.52%	91.9%	B
41	= 5,366,239,201	2,261	124	0.50%	92.4%	B
42	= 5,340,240,201	2,191	619	0.48%	92.8%	B
43	= 5,135,003,203	2,166	530	0.47%	93.3%	B
44	= 5,336,001,201	2,078	396	0.46%	93.8%	B
45	= 4,747,228,201	1,818	141	0.40%	94.2%	B
46	= 5,335,001,201	1,626	192	0.36%	94.5%	B
47	= 5,553,054,201	1,426	175	0.31%	94.8%	B
48	= 5,536,275,201	1,400	177	0.31%	95.2%	B
49	= 5,129,009,370	1,315	1480	0.29%	95.4%	C
50	= 5,338,001,201	1,315	236	0.29%	95.7%	C
51	= 5,439,275,201	1,290	130	0.28%	96.0%	C
52	= 5,546,400,400	1,108	2	0.24%	96.3%	C
53	= 5,307,066,201	1,081	242	0.24%	96.5%	C
54	= 5,287,275,201	1,031	173	0.23%	96.7%	C
55	= 4,758,227,201	1,010	185	0.22%	96.9%	C
56	= 5,222,003,201	972	142	0.21%	97.2%	C
57	= 5,117,003,202	962	169	0.21%	97.4%	C
58	= 5,548,400,400	941	7	0.21%	97.6%	C
59	= 4,748,227,201	931	82	0.20%	97.8%	C
60	= 5,341,001,201	890	407	0.20%	98.0%	C
61	= 3,735,276,201	830	21	0.18%	98.1%	C
62	= 5,118,215,200	739	358	0.16%	98.3%	C
63	= 4,881,009,203	645	124	0.14%	98.5%	C
64	= 5,442,003,201	606	464	0.13%	98.6%	C
65	= 1,701,003,203	603	450	0.13%	98.7%	C
66	= 5,305,066,201	548	107	0.12%	98.8%	C
67	= 5,262,236,201	533	47	0.12%	99.0%	C
68	= 3,222,026,200	508	77	0.11%	99.1%	C
69	= 3,221,026,200	430	245	0.09%	99.2%	C
70	= 5,349,066,201	372	99	0.08%	99.2%	C
71	= 5,449,003,201	368	125	0.08%	99.3%	C
72	= 5,353,003,201	275	85	0.06%	99.4%	C
73	= 5,308,003,201	274	133	0.06%	99.4%	C
74	= 5,156,239,201	244	43	0.05%	99.5%	C
75	= 5,411,400,400	225	3	0.05%	99.5%	C
76	= 5,549,275,201	205	47	0.05%	99.6%	C
77	= 5,412,400,400	200	4	0.04%	99.6%	C
78	= 5,438,003,201	194	34	0.04%	99.7%	C

## **APÊNDICE B – LISTA DE DEFEITOS PELA QUANTIDADE E CUSTO**



## **APÊNDICE C – Formulário brainstorming**



## Folha de *brainstorming*

Participantes: CARLOS RODRIGUES, PAULO BIASUZ, EDUARDO LIMA, DIEGO FRITZEN, EDESON HOFFMAN, VINÍCIUS JOÃO LAZZARI, DIRCEU VAILLATI, BRUNO PELISSARI, LUIZ FERNANDO, LUCAS MELLO

Título do assunto: Dimensão 7,42-7,58 (cota 10)  
fora do especificado

### Ideias Propostas

- Deformação das peças no tratamento térmico;
- Ferramenta de corte desgastada;
- Dispositivo de fixação danificado;
- Dados de corte fora do especificado pelo engenheiro de processo;
- Dispositivo funcional com folga / não afiado;
- Peça padrão do dispositivo funcional desgastada;
- Peças condicionados incorretamente no forno de tratamento térmico;
- Queda de pressão hidráulica no dispositivo de usinagem;
- Alteração de pressão hidráulica de trabalho do dispositivo de fixação para usinagem;
- Cone de fixação da ferramenta com batimento / fora de batimento;
- Máquina (CNC) com batimento no spindle.

Reg: 0278-01 Rev:00

## APÊNDICE D - FORMULÁRIO 8D

 <b>RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE</b>					
<b>Detectada / Corretivo</b> <input type="checkbox"/> Reclamação de Cliente <input type="checkbox"/> Auditoria de Sistema <input checked="" type="checkbox"/> Auditoria de Processo <input type="checkbox"/> Auditoria de Produto			<b>Potencial / Preventivo</b> <input type="checkbox"/> Sistema <input checked="" type="checkbox"/> Processo		
Emissão de RNC		15/IV/2017	Emissor:	Data Abertura	Número
			Bruno Pellissari	4-jan-17	01-17
D1 - Time	Líder do time	Vinícius João Lazzari			
	Membros do Time	Vinícius, Jean, Niriane, Christopher, Dirceu, Edison e Luiz.			
D2 - Descrição do Problema	Descrição do Problema				
	Dimensão 7,42 - 7,58 (cota 10)				
	Número do material	TcTP13924 (MX 5543)			
	Descrição do material	Selector Finger & cam			
	Data/hora detecção	22/12/2016			
	Quantidade de falhas	-			
	Cliente / Setor / Fornecedor	TREMEC eq			
	Histórico do problema (Fatos que possam ter contribuídos para o acontecimento da não conformidade)				
	Desenho de protótipos revisão A 10-24-11 não contemplava/requeria a marcação, 20 peças de protótipo foram entregues sem a marcação hoje solicitada revisão de desenho A 03-23-12				
	<b>Análise detalhada do problema</b>				
Como o problema foi detectado?		Quem produziu?			
Dispositivo Funcional		Operador (Produção)			
Quando foi detectado o problema?		Quanto produziu?			
22/12/2016		-			
Onde foi detectado o problema?		Quando foi produzido?			
Inspeção final Microinox		dentro do ano de 2016			
Quem detectou o problema?		Onde foi produzido?			
Operador / Inspeção Final		centro de usinagem horizontal Mazak Hcn 4000			
Abrangência do problema (Itens com semelhança, mesmo processo, mesma aplicação, etc...)					
TULE / OFFSET LEVER					
D3 - Ações de Contenção	Nº	D3.0 - Ação Imediata	Resp.	Data	Status
	1	Inspeccionar lotes no cliente (Terceirizado)	Pedro	5-jan-17	OK
	2	Inspeccionar lotes em trânsito - informar NF e data de inspeção no cliente (Terceirizado)	não há		OK
	Nº	D3.1 - Ação de contenção até implementação do plano de ação (D5)	Resp.	Data	Status
	1	Inspeccionar lotes em estoque (peças em processo de envio e estoque)	Luiz	5-jan-17	OK
	2	Inspeccionar lotes na Cera	n/a	5-jan-17	OK
	3	Inspeccionar lotes no Revestimento	n/a	5-jan-17	OK
	4	Inspeccionar lotes na Fundição	n/a	5-jan-17	OK
	5	Inspeccionar lotes no Acabamento	n/a	5-jan-17	OK
	6	Inspeccionar lotes na Usinagem	não há peças	5-jan-17	OK
	7	Inspeccionar lotes na Inspeção	não há peças	5-jan-17	OK
	8	Tratamento Térmico (Fornecedor)	Luiz	5-jan-17	OK
	9	Tratamento Superficial (Fornecedor)	não há peças	5-jan-17	OK
10	Usinagem Externa (Fornecedor)	n/a	5-jan-17	OK	
11	Expedição	Luiz	5-jan-17	OK	
12	Qual a linha de Corte	Luiz	28-dez-16	OK	
13	Matriz de contenção	Bruno	4-jan-17	OK	
Extensão da Não conformidade		Outras aplicações na qual há o mesmo risco		Data de Análise:	4/1/2017

### D4 - Análise da Causa Raiz (Root Cause Analysis)

**Legenda:**

- Causa decorrente de uma deficiência no processo (vermelha)
- Causa Passiva (amarela)
- Causa Desafiadora (verde)

**Operador sem treinamento com dispositivo funcional**

**Recatidade de operador no equipamento CNC**

**Recatidade de operador no processo de Tratamento Térmico.**

**Ferramenta de corte degradada.**

**Alinhagem com folga nos eixos.**

**Pressão de ferramenta incorreta (ferrugem)**

**Qualidade de ferramenta.**

**Dispositivo funcional não apresenta correlação com as tolerâncias 3D.**

**Dispositivo funcional deve ser desenvolvido.**

**Pega com dorçura na máquina específica.**

**RECURSOS DISPONÍVEIS:**

A) Porque o problema foi gerado?  
 B) Porque o problema não foi detectado?  
 C) Porque o problema não foi prevenido?

**BRAINSTORMING (EXERCÍCIO DE CENÁRIOS) REGRAS BÁSICAS:**

- Sempre faça com uma equipe multidisciplinar
- Não tenha pré-conceito com as ideias propostas.
- Quantidade também é necessária.
- Faça sugestões com base nas ideias sugeridas.

CAUSA DA SITUAÇÃO		CAUSA DA SITUAÇÃO		CAUSA DA SITUAÇÃO		DATA DE ANÁLISE: DATA DO FECHAMENTO	
Descrição	Impacto	Descrição	Impacto	Descrição	Impacto	Resposta	Resposta
Ferramenta de corte degradada.	Alinhagem com folga nos eixos.	Pressão de ferramenta incorreta (ferrugem)	Qualidade de ferramenta.	Operador não recebeu treinamento adequado e/ou não sabe utilizar o equipamento.	Recatidade de operador no equipamento CNC.	Recatidade de operador no processo de Tratamento Térmico.	Dispositivo funcional deve ser desenvolvido.
Ferrugem de corte não permitiu o alinhamento da máquina.	Folga nos eixos permitiu o deslocamento da ferramenta.	Ferrugem de corte não permitiu o alinhamento da máquina.	Folga nos eixos permitiu o deslocamento da ferramenta.	Operador não recebeu treinamento adequado e/ou não sabe utilizar o equipamento.	Recatidade de operador no equipamento CNC.	Recatidade de operador no processo de Tratamento Térmico.	Dispositivo funcional deve ser desenvolvido.

### D5 - Ações Corretivas

Ordem	Descrição da Ação	Responsável	Data de Início	Data de Término	Observações
1	Habilitar contador de vida útil para esta ferramenta.	Valdir Luzari	12/01/2023	12/01/2023	
1	Promover plano de treinamento de troca de ferramentas para a produção.	Valdir Luzari	12/01/2023	12/01/2023	
1	Bloqueio do programa CNC da máquina, alteração do programa CNC disponível apenas para engenharia de processo.	Valdir Luzari	12/01/2023	12/01/2023	
2	Elaborar planilha para registro e controle semanal da calibração da peça padrão.	Enzo	12/01/2023	12/01/2023	

### D6 - Verificação da Eficácia

Item	Descrição	Data de Análise	Resultado
1	Validação da ferramenta após a troca.	12/01/2023	OK
2	Validação do plano de treinamento.	12/01/2023	OK
3	Validação do bloqueio de acesso ao programa CNC.	12/01/2023	OK
4	Validação da planilha de controle.	12/01/2023	OK

### D7 - Ações Preventivas

Item	Descrição	Data de Análise	Resultado
1	Implementação de plano de manutenção preventiva.	12/01/2023	OK
2	Implementação de plano de manutenção corretiva.	12/01/2023	OK
3	Implementação de plano de manutenção preditiva.	12/01/2023	OK

### D8 - Conclusão

Fechada

Necessário Re-analisar

**Resposta:**