

A METROLOGIA COMO FERRAMENTA PARA O CONTROLE DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DE ELETRODOMÉSTICOS

Sávio Klemerson Alves de Moraes, Francisca Jeanne Sidrim de Figueiredo Mendonca, Antônio Luís Araújo Silva, Dalila Rayanne do Nascimento Andrade, Amanda Duarte Feitosa

Resumo: Com o aumento da globalização as empresas passaram, a importar seus insumos com maior frequência, bastando que os mesmos apresentem-se economicamente mais viáveis, no entanto, nem sempre tais insumos estarão nas dimensões padrão requeridas pelo projeto. Independentemente da causa do defeito, a metrologia é a ciência que pode ser usada para a detecção de componentes defeituosos no âmbito industrial. Além disso, ela pode ser usada como um componente importante da qualidade industrial. O trabalho é de caráter exploratório, descritivo e qualitativo, além do mais se classifica como um estudo de caso. Na empresa em estudo a metrologia atua como um braço do departamento de qualidade no processo, pois seu objetivo é detectar peças defeituosas que podem vir a comprometer o produto acabado. Tal função adotada pelo laboratório de metrologia, cumpria o que era designado, mas não sanava os problemas de forma contundente, pois as peças com defeitos ainda estavam presentes no processo. Foi proposto então uma reestruturação organizacional na empresa onde o laboratório de metrologia passou a atuar no departamento de qualidade no recebimento, onde ele trabalharia como um último filtro de qualidade dos componentes que dão entrada na empresa, aprovando ou recusando os lotes oriundos dos fornecedores de acordo com a sua conformidade dimensional. Tal proposta foi concebida aliando conceitos e ferramentas da engenharia de produção já adquiridos com inúmeros outros conhecimentos que se aperfeiçoaram com o decorrer da pesquisa, como análise e tomada de decisões buscando a otimização do processo produtivo da empresa.

Palavras chave: Qualidade, Metrologia, Análise Dimensional.

The metrology as an auxiliary tool for quality control of an appliance industry

Abstract: With the increase of globalization, companies started to import their inputs more often, just if they are more economically viable. However, such inputs will not always be true to the dimensions that the project requires them to have. Regardless of the cause of the defect, metrology is the science that can be used to detect defective components in the industrial realm. In addition, it can be used as an important component of industrial quality. The work is exploratory, descriptive and qualitative, and is further classified as a case study. In the company under study metrology acts as an arm of the quality department in the process because its goal is to detect defective parts that compromise the finished product. This function, adopted by the metrology laboratory, fulfilled the role for which it was assigned, but it did not remedy the problems, the defective pieces still appeared. It was then proposed an organizational restructuring in the company where the metrology laboratory started to work in the receiving quality department. It would work as a last quality filter of the incoming components, approving or rejecting the batches of components according to its dimensional conformity. This proposal was conceived combining concepts and tools of production engineering. Furthermore, there were innumerable other knowledge that improved during the research, such as analysis and decision making seeking the optimization of the company's production process.

Key-words: Quality, Metrology, Dimensional Analysis.

1. Introdução

No atual mercado competitivo, os consumidores se tornam muito mais exigentes, fazendo com que as empresas busquem por estratégias competitivas, obtendo como alternativa a diferenciação na qualidade de seus produtos (LOPES et al., 2013).

Para as empresas com uma vasta rede de fornecedores de peças, a gestão da qualidade apresenta-se como uma ótima alternativa para controlar e melhorar processos, além de superar as expectativas do consumidor, promovendo a melhoria organizacional e, por consequência, aumentando sua competitividade (OLIVEIRA et al., 2010).

Assegurar a qualidade em todos os produtos, é um dos princípios e valores da empresa em estudo, logo dispor de um equipamento que auxilie o controle de qualidade como um laboratório para análises dimensionais emergiu como necessidade de prioridade. Para isto, algumas empresas recorrem aos métodos de metrologia.

A metrologia é um campo abrangente sobre todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições. É essencial para a indústria nos dias atuais, a prova disso é que o governo brasileiro mantém, a mais de 40 anos, um Instituto Nacional de Metrologia, o INMETRO, responsável por manter e padronizar as medidas em todo o país.

Para empresas de grande porte que possuem clientes em todo o planeta, a garantia de qualidade dos seus produtos é algo fundamental para sua própria existência no mercado, e para o tal a não admissão de componentes defeituosos se faz altamente necessária.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar a utilização da metrologia em uma indústria de máquinas, e propor melhorias no método de controle de qualidade dos componentes de fabricação do produto para a redução da quantidade de defeitos no processo produtivo.

2. Metodologia

O trabalho é classificado como exploratório por proporcionar o entendimento de um problema pouco estudado, amplo e desconhecido, além de se tornar difícil na formulação de hipótese precisas e operacionalizáveis sobre o fenômeno em estudo. É dito descritivo devido o envolvimento do exame de um fenômeno para melhor definir ou diferenciar de algum outro. É qualitativo por conter informações do fenômeno segundo as visões do pesquisador (GANGA, 2012) todas as informações são coletadas de acordo com a interpretação do ambiente.

Em relação ao procedimento do estudo, pode-se afirmar que se trata de um estudo de caso, uma vez que o mesmo trata de estudo-piloto que pode ser realizado para testar as perguntas que são feitas durante o projeto, principalmente hipóteses e os instrumentos utilizados (MARTINS et al., 2014)

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa montadora de máquinas no interior do Nordeste, em que realizou-se um estudo de metrologia em peças não conformes. A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Metrologia onde ocorrem todas as medições precisas sobre as peças.

Para solucionar os problemas em relação a não conformidade, foram utilizados instrumentos de medições e análise do processo produtivo, em que foi necessário alterar o fluxo do processo para reduzir a quantidade de peças com defeito na linha de produção.

3. Engenharia da qualidade

Os sistemas de qualidade nas empresas passaram por constantes mudanças movidas por fatores sociais e econômicos de abrangência mundial. Dentre estes fatores, destacam-se: a intensa concorrência, a mudança dos critérios de sucesso empresarial e a adoção de técnicas de gestão adequadas. As inovações tecnológicas junto com estas mudanças induziram a maiores exigências por parte dos consumidores, obrigando as organizações a assumir novas práticas com a finalidade de atendê-los (GOBIS & CAMPANATTI, 2012).

Os cuidados com a qualidade, nos meios organizacionais de trabalho, já existem desde o início do Século XX, período ao qual foi criada a máquina a vapor por James Watt. Isso foi o início para que o homem passasse a produzir em função da velocidade da máquina. Assim, os ambientes de trabalho eram montados de acordo com a necessidade dos equipamentos fazendo a propagação da produção em massa (MENDES, 2007).

Antes da criação da máquina a vapor, a produção era artesanal e permitia que o homem ditasse seu tempo e as formas de produzir, em consequência a produção atuava com constantes falhas e defeitos, além dos desperdícios de matéria prima e elevado número de acidentes de trabalho. Tais ocorridos sucederam o início da inspeção final de produto, bem como a supervisão do trabalho (CHAHADE, 2009).

Conforme Longo (1996), durante a década de 1920 a preocupação com a qualidade e a variabilidade encontrada nos processos produtivos, fizeram com que surgisse um novo método de análise da qualidade, por meios estatísticos. O método desenvolvido é conhecido como Controle Estatístico do Processo (CEP). Além deste, foi criado também o ciclo PDCA que proporciona à empresa: estabilidade, organização, coerência nos processos de solução de problema e auxilia na otimização dos processos produtivos (TALEIRES, 2016).

Com o término da segunda guerra mundial, o Japão iniciou um processo de reestruturação e originou o sistema *Just in time*. Com a criação do *Just in time*, deu-se início a melhoria contínua no processo produtivo, reduzindo os estoques e visando a qualidade máxima do processo (FLORES et al., 2012).

A gestão da qualidade total, tem um novo modelo de gestão que mudou o foco da análise do produto ou serviço para a concepção de um sistema da qualidade, influenciando a questão organizacional na proporção em que passou a exigir mudanças de atitude e comportamento, com objetivos de autocontrole e aprimoramento dos processos (VITURI & ÉVORA, 2015).

3.1 Metrologia

O termo metrologia deriva do grego, da junção das palavras metron (medida) e logos (ciência), logo numa tradução conjunta a metrologia seria a ciência que estuda as dimensões. Para o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) a metrologia é a Ciência da medição que abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja a incerteza, em quaisquer campos da ciência ou tecnologia (INMETRO, 2012). Segundo o Inmetro (2017) a metrologia pode ser dividida em três áreas de atuação:

- Metrologia Científica: sua área de atuação corresponde aos padrões de medição (tanto os nacionais como também os internacionais) laboratoriais e a metodologias científicas ligada aos mais altos índices de qualidade metrológica;

- Metrologia Industrial: esta área da metrologia corresponde aos sistemas metrológicos responsáveis por avaliar o controle dos processos produtivos em geral, garantindo assim a qualidade e a segurança dos produtos finais, como por exemplo: dimensionamento de componentes, temperatura de funcionamento, densidade de produtos líquidos, etc;
- Metrologia Legal: são os sistemas de medição que atuam nas transações comerciais, ou relacionadas a saúde, segurança e meio ambiente, exemplo disso: verificação de bombas de combustíveis, medidas de cargas em portos, medidores de pressão sanguínea, etc.

3.2.1. Contexto histórico da metrologia

Com a globalização foi registrado nas últimas três décadas um acompanhamento em relação a padronização nos mais variados domínios da atividade humana, de modo a facilitar o intercâmbio técnico-comercial justificado pelas necessidades da atual organização econômico industrial global (ALMACINHA, 2018).

O Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM) foi criado por volta de 1960 com a incumbência de tratar sobre os temas relacionados a medição tornando assim suas ações e competências bastantes singulares, com o intuito de criar um instituto governamental que englobasse maiores competências. Após o Brasil passar por um crescimento econômico, extinguiu-se o INPM e suas atribuições passando a ser realizadas por um novo aparelho governamental que também acumularia a normalização técnica e a qualidade industrial, este órgão viria a ser o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), o qual se encontra em operação até os dias atuais. São de competências do INMETRO (INMETRO, 2012):

- Executar as políticas nacionais que correspondem a metrologia e qualidade, bem como fiscalizar e verificar o exato uso das normas técnicas relacionadas a unidade de medida, método de medição, instrumentos de medição e etc;
- Manter e conservar os padrões nacionais das unidades de medidas, bem como implantar e manter uma cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medidas, a fim de torna-las únicas e compatíveis em todo território nacional;
- Tornar o país uma voz ativa nas atividades internacionais relacionadas a metrologia e avaliação das conformidades, promovendo o intercâmbio com órgãos internacionais de mesma competência;
- Prestar suporte técnico e administrativo ao conselho nacional de metrologia, normalização e qualidade industrial (CONMETRO);
- Planejar e executar atividades de acreditação de laboratórios de calibração, ensaios e avaliação de conformidades dentre outros que se fazem necessários para o desenvolvimento da infraestrutura de serviços tecnológicos do país;
- Coordenar no âmbito do Sistema nacional de metrologia, normalização e qualidade industrial (SINMETRO) a avaliação da conformidade voluntária e compulsória de produtos, serviços, processos e pessoas;
- Planejar e executar as atividades de pesquisa, ensino e desenvolvimento tecnológico em metrologia, entre outras.

4. Estudo de Caso

4.1 Objeto de estudo

A empresa em estudo, é uma montadora de máquinas no Ceará. Para suprir suas atividades a empresa hoje conta com uma vasta gama de fornecedores que se espalham não só pelo Brasil, mas por outros países como China, Hong Kong, Japão e etc.

Essa diversidade de fornecedores exige que a empresa adote um maior controle sobre a qualidade dos componentes de montagem de seu produto, controle realizado pela equipe de qualidade da empresa, que se divide em dois departamentos distintos: 1) departamento de qualidade do recebimento e o 2) departamento de qualidade no processo de fabricação. Uma peça não aprovada pelo departamento 1, é enviada ao departamento 2.

O primeiro departamento é responsável pela averiguação e aprovação de lotes de componentes enviados pelos fornecedores. Entre as inspeções realizadas por esse setor pode-se citar: a aparência do componente, a quantidade de componentes enviados pelo fornecedor, e algumas avaliações dimensionais de fácil obtenção. O departamento de qualidade no processo de fabricação, avalia o processo de produção e a qualidade do produto acabado.

4.1.1 Laboratório de metrologia

O laboratório de metrologia é um ambiente que exige todos os cuidados necessários como: limpar os instrumentos antes de guardar, nunca deixar os equipamentos ligados inutilmente, evitar quedas e choques pois instrumentos de metrologia são sensíveis, tudo isso é realizado para que a máxima confiabilidade permaneça no sistema de fabricação.

No decorrer do processo é possível a detecção de problemas com relação a medidas de peças, nestes casos, o Laboratório de Metrologia é acionado para que sejam realizadas análises (na maioria dos casos em peças das máquinas integradas a produção) que ajudem a solucionar o problema. Depois da solicitação o metrologista deverá verificar a cota que será medida utilizando o próprio desenho da peça, onde vão encontrar informações de alinhamento, especificação da dimensão e outras informações úteis.

No processo de medição alguns cuidados terão de ser cumpridos, como a limpeza da peça, o modo como a peça será fixado, a temperatura ideal de medição, o nivelamento e alinhamento da peça a ser avaliada, que deve ser em conformidade com a exigida pelo desenho ou com a funcionalidade.

Após a medição, o metrologista deverá preencher o Relatório Interno Dimensional mais popularmente conhecido como RID. Este documento serve para relatar os resultados das medidas analisadas, e também aplica-se como histórico para futuras consultas. O processo produtivo depende muito de calibradores firmemente dimensionados para melhor calibrar os produtos. Pelo fato dessas ferramentas sofrerem desgastes pelo contato mecânico com outras peças, suas dimensões vão sendo alteradas com o tempo. Por esse motivo são realizadas aferições anuais ou quando possível, testes, para o entendimento de como se encontra suas condições dimensionais (o mesmo acontece com os dispositivos).

O setor de ferramentaria da empresa, responsável por alterações nos moldes para injeção de termoplásticos não possui os recursos necessários para algumas medições mais complexas, por isso sempre que surgem esses tipos de trabalho a Metrologia é solicitada a realizar essas análises nos moldes. Algumas vezes é necessário realizar medições que ajudem na

manutenção no processo de fabricação de algumas peças usinadas, retrabalhadas e injetadas. Além disso, a Metrologia conta com um jogo de blocos padrão destinado à verificação dos seus equipamentos. Essa análise tem por objetivo verificar se os equipamentos estão fornecendo os valores corretos das medidas. Geralmente esses procedimentos são realizados anualmente.

4.2 Análise diagnóstica

Atualmente há o uso da tecnologia nos processos produtivos, porém ainda é comum conter erros durante o processo fabril. As detecções dos defeitos podem ocorrer de várias maneiras, seja visualmente, ou em testes práticos, no entanto, provar que o mesmo está defeituoso requer o uso de equipamentos, conhecimentos e profissionais qualificados para executar estudos sobre o componente que prove a sua variação com relação ao seu projeto, sendo um dos principais estudos da metrologia.

Entre inúmeros estudos metrológicos realizados na empresa em questão, três chamaram atenção conforme apresentado na Quadro 1, onde os problemas estão separados em linhas conforme a sua natureza, o que ele ocasiona e meios para resolvê-lo.

Quadro 1 - Análise diagnóstica dos Problemas

| O que é? | Qual consequência? | Como resolver? |
|---|--|---|
| Empenamento do braço da alavanca cromada | Alavanca cromada trava o sistema da bobina | Após comprovar o real empenamento através de medição em uma amostra do lote, deve-se encaminhar o mesmo para retrabalho, para reposicionar o braço da alavanca para seu local ideal |
| Inconformidade do molde da caixa para armazenamento de agulhas | As caixas injetadas com molde danificado não realizam o encaixe necessário para manter as agulhas guardadas na caixa | Requisitar o molde usado na planta da empresa na China e avaliar dimensionamento as condições do mesmo, se aprovado efetuar a troca do molde antigo pelo novo |
| Distanciamento excessivo entre os furos de encaixe da chapa da agulha | Os furos distanciados impossibilitam a montagem da chapa da agulha no produto final | Caso seja comprovada a não conformidade das peças via análise dimensional, as peças devem ser descartadas tendo em vista a incapacidade de se realizar um retrabalho para tal defeito |

Fonte: O autor

4.2.1. Alavanca cromada sintetizada

A peça em questão denomina-se tecnicamente por alavanca de parada do enchedor de bobina. Essa peça exige um acabamento refinado, pois ela sobrepõe a tampa da máquina, ficando assim exposta para o usuário do produto. Mecanicamente ela funciona como uma alavanca que quando acionada trava o mecanismo de enchimento de bobina, fazendo com

que esse mecanismo pare de realizar a função para o qual foi designado. Sendo assim as medidas como largura e comprimento referentes ao braço da alavanca são de importância elevada para o funcionamento da peça conforme o seu projeto. A Figura 1 mostra a peça que realiza a função de travamento.

Figura 1- Alavanca cromada com destaque na medida obtida



Fonte: O autor

Durante inspeções de rotina, foi constatado, a não ocorrência de travamento do mecanismo de enchimento de bobina. Para evitar que as máquinas com esse problema continuassem a fluir na linha de produção, foi ordenado que as mesmas fossem filtradas e seus componentes de trava do enchimento da bobina fossem desmontadas para uma averiguação visual pelo inspetor do processo, feito isso, o inspetor constatou de imediato uma torção aparentemente não conforme no braço da alavanca. Feitas as averiguações visuais o inspetor instruído pelo seu supervisor de qualidade, coletou uma amostra de 12 peças para serem realizadas avaliações dimensionais no conjunto de medidas que fazem referências ao braço da alavanca.

Para realizar essas medidas, foi usado o projetor de perfil, um equipamento que geralmente destina-se à verificação de peças pequenas, principalmente as de formato complexo. No decorrer da execução das medições, estava nítida a diferença entre as peças. Uma parte apresentava uma inclinação em um braço da alavanca que não era condizente com o que pedia no seu desenho técnico. A Tabela 1 a seguir traz uma amostra da situação das peças com relação a especificação do projeto.

Tabela 1 - Resultado da avaliação dimensional na alavanca cromada

| Peça | Máximo especificado (mm) | Mínimo especificado (mm) | Valor obtido (mm) | Situação (mm) |
|------|--------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| 1 | 7,100 | 6,900 | 6,982 | Ok |
| 2 | 7,100 | 6,900 | 7,176 | +0,076 |
| 3 | 7,100 | 6,900 | 7,183 | +0,083 |
| 4 | 7,100 | 6,900 | 7,052 | OK |
| 5 | 7,100 | 6,900 | 7,064 | OK |
| 6 | 7,100 | 6,900 | 7,085 | OK |
| 7 | 7,100 | 6,900 | 7,081 | OK |
| 8 | 7,100 | 6,900 | 6,993 | OK |
| 9 | 7,100 | 6,900 | 7,206 | +0,106 |
| 10 | 7,100 | 6,900 | 7,007 | OK |
| 11 | 7,100 | 6,900 | 7,196 | +0,096 |
| 12 | 7,100 | 6,900 | 7,072 | OK |

Fonte: O autor

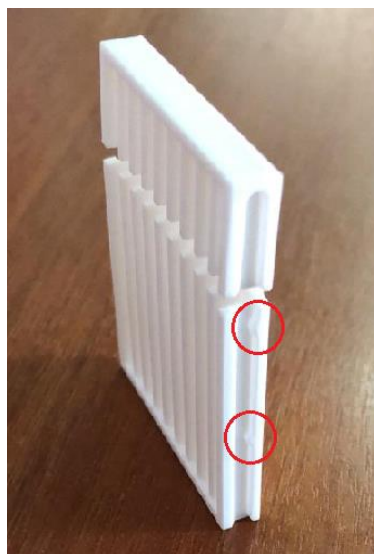
Com as medidas apresentadas na Tabela 1, pode-se constatar que mais de 33,33% das peças avaliadas apresentavam o item de medição maior que o especificado, o que ocasionava um erro do sistema. Em seguida, foi solicitado o preenchimento de um relatório dimensional interno, para futuras observações. Após a análise de um relatório sobre os resultados, foi decidido pelo departamento de qualidade, a retirada do lote da linha de produção, pois essas peças foram recusadas por não se encaixar nos padrões dimensionais exigidos pelo desenho.

4.2.2. Caixa de armazenamento de agulhas

A empresa também dispõe do setor de injeção de termoplásticos, onde fabrica alguns componentes usados na montagem dos produtos, e também alguns itens que são vendidos separadamente entre os quais está o item denominado por caixa de agulha, onde a sua funcionalidade é armazenar agulhas após o seu uso diário. Tal componente é altamente demandado pelas lojas revendedoras, e por isso é um dos produtos mais produzidos pelo setor de injeção de termoplásticos da empresa.

Por causa da grande produção desse item, torna-se necessário que o molde usado para a injeção sofra desgastes que se tornam irreparáveis devido aos altos custos se considerados as características únicas e de difícil usinagem na caixa de agulha, isso ocasiona em uma baixa qualidade das peças em injeção. Além disso, as caixas injetadas apresentavam algumas medidas criticamente fora de especificação, em que se destaca as medidas referentes ao ressalto que servem como uma trava para evitar assim a saída da tampa com demasiada facilidade da caixa de agulha (Figura 3).

Figura 3 - Caixa de agulha com destaque em seus ressaltos laterais



Fonte: O autor

Os ressaltos, visto na Figura 3, estavam demasiadamente elevados, conforme apresentou o estudo dimensional, o que exigia uma maior pressão para a tampa encaixar na caixa de agulha, e isso estava ocasionando uma dificuldade na montagem do conjunto tampa/caixa de agulha, como mostra as medidas apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Medidas de um dos ressaltos da caixa de agulha referentes à primeira amostra

| Peça | Máximo especificado (mm) | Mínimo especificado (mm) | Valor Obtido (mm) | Situação (mm) |
|------|--------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| 1 | 0,550 | 0,450 | 0,622 | +0,072 |
| 2 | 0,550 | 0,450 | 0,675 | +0,125 |
| 3 | 0,550 | 0,450 | 0,580 | +0,030 |
| 4 | 0,550 | 0,450 | 0,617 | +0,067 |
| 5 | 0,550 | 0,450 | 0,504 | OK |
| 6 | 0,550 | 0,450 | 0,613 | +0,063 |
| 7 | 0,550 | 0,450 | 0,497 | OK |
| 8 | 0,550 | 0,450 | 0,631 | +0,081 |

Fonte: O autor

4.2. 3. Chapa de agulha

Dentre os vários componentes que constituem o seu produto principal, há um que é denominado por chapa da agulha, componente este que fica em exposição para o usuário do produto. É um componente que passa por diversas operações de usinagens e de dobramento

até chegar à forma ideal para montagem, além disso há operações precisas para adequar a peça as tolerâncias dimensionais exigidas pelo projeto do produto.

Conforme normas estabelecidas pelo departamento de logística da referida empresa, todos os componentes de origem importada possuem lotes de segurança que tem porte para suprir a demanda da empresa por alguns dias, portanto o mesmo ocorre com essa peça assim denominada por chapa da agulha.

Tendo em vista que este lote de segurança deverá ser imediatamente usado em alguma necessidade, o departamento de qualidade no processo se torna o responsável por avaliar e aprovar peças de reposição para esse estoque, avaliando os componentes quanto a suas características visuais e dimensionais.

Antes de ocorrer à reposição no estoque de segurança, o lote a dar entrada passa por análises para verificação das conformidades exigidas pelo projeto do componente, e a chapa da agulha é um componente de encaixe, onde os dois furos de suas extremidades são encaixados na máquina para se assim iniciar a operacionalização do produto, portanto, a medida de máximo controle para perfeito funcionamento deste componente é a medida correspondente a distância entre esses furos, tendo em vista que uma não conformidade nesta medida comprometerá o funcionamento da peça.

Para realização da análise dimensional, utilizou-se de um prisma magnético, preservando certo cuidado para que a região de apoio da peça no prisma não contivesse rebarbas que podem ocasionar em uma má fixação da peça e por sua vez ocasionaria em um erro de medição. Foi solicitada pelo departamento de qualidade no processo a avaliação em uma amostra de 10 peças. O resultado das medições está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3- Resultado da avaliação dimensional na chapa da agulha

| Peça | Máximo especificado (mm) | Mínimo especificado (mm) | Valor Obtido (mm) | Situação (mm) |
|------|--------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| 1 | 49,020 | 48,970 | 48,975 | OK |
| 2 | 49,020 | 48,970 | 48,967 | -0,003 |
| 3 | 49,020 | 48,970 | 48,923 | -0,047 |
| 4 | 49,020 | 48,970 | 48,920 | -0,050 |
| 5 | 49,020 | 48,970 | 48,943 | -0,027 |
| 6 | 49,020 | 48,970 | 48,968 | -0,002 |
| 7 | 49,020 | 48,970 | 48,949 | -0,021 |
| 8 | 49,020 | 48,970 | 48,985 | OK |
| 9 | 49,020 | 48,970 | 48,948 | -0,022 |
| 10 | 49,020 | 48,970 | 48,956 | -0,014 |

Fonte: O autor

Os resultados da Tabela 3 leva a conclusão de que 80% da amostra apresentou uma medida menor do que o especificado, o que poderia ocasionar em dificuldade de montagem da chapa da agulha.

5. Proposta de solução aos problemas apresentados

Como pode-se observar, as detecções dos componentes estavam com variedades nas dimensões, e isso só foi notado quando as peças já estavam no processo produtivo. Além do mais, os componentes que entram na empresa passam por dois estoques, permanecendo por um período que será ditado pelo fluxo produtivo adotado pela empresa em função da demanda do mercado, esse período de estoque, no qual a peça defeituosa se encontra ociosa, representa um conjunto de custos.

Uma forma de buscar reduzir este desperdício é com a detecção precoce de eventuais defeitos, uma melhor avaliação dos componentes que dão entrada na empresa serviria como um filtro de qualidade, guiando a empresa para uma produção enxuta.

Nesse contexto, o laboratório de metrologia responderia ao departamento de qualidade no recebimento, efetuando medições em amostragens nos lotes que estão para dar entrada na empresa, analisando as boas condições das peças para uso na produção, seguindo com rigor as exigências dos projetos técnicos para a liberação dos lotes quanto as qualidades funcionais do lote, cabendo ao departamento da qualidade a tomada de decisão final, tendo em vista que outros fatores também entram em questão quanto a liberação final do lote, como: custo de aquisição, logística, parcerias comerciais e etc.

6. Considerações finais

O presente trabalho teve seus objetivos atendidos, os quais consistiram em analisar a utilização da metrologia em uma indústria de máquinas, e propor melhorias no método de controle de qualidade dos componentes de fabricação do produto para a redução da quantidade de componentes defeituosos no processo produtivo.

Para atender a esses objetivos, foi necessária uma maior detecção de componentes defeituosos e um rearranjo nas funções do laboratório de metrologia, que foi orientado para dar um suporte ao departamento de qualidade no processo. Com isso, a redução de componentes defeituosos tornou-se significativa.

A aplicação prática desta pesquisa se constitui não apenas como uma contribuição para a melhoria nos índices de qualidade, mas como consequência elimina custos decorrentes de operações que não utilizarão peças defeituosas, permitindo o maior desempenho financeiro da empresa.

A contribuição acadêmica está na publicação deste estudo que poderá ser replicado em outros processos. Pode-se recomendar como pesquisas futuras, a aplicação da solução proposta neste estudo em outras empresas de fabricação de máquinas, para validar a importância da metrologia em tais processos.

Referências

ALMACINHA, José Antônio. Introdução ao Conceito de Normalização em Geral e sua Importância na Engenharia.

Universidade do Porto, 2018.

CHAHADE, William Habib Lucas. **Aplicação da metodologia seis sigma para incrementos da produtividade no envase de tintas decorativas**. Tese (Mestrado), UIMT, São Paulo, p. 160, 2009. Programa de Pós-Graduação em

Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul/São Paulo, 2009.

GANGA, G.M.D. Trabalho de conclusão de curso (TCC) na Engenharia de Produção. São Paulo: Atlas, 2012.

FLORES, Juliana; QUILES, Marilene do Carmo; BOIT, Rafaela Pinheiro de. Cachorro do bigode - tradição que atravessa gerações : a filosofia just in time dentro de uma empresa. In: **Simposio de excelência em gestão e tecnologia**, 2012.

GOBIS, Marcelo Aparecido; CAMPANATTI, Reynaldo. Os benefícios da aplicação de ferramentas de gestão de qualidade dentro das indústrias do setor alimentício. **Revista Hórus**, v.7, p.26–40, 2012.

INMETRO. **Metrologia científica:** Introdução. 2012. Disponível em: <<http://www.sitedoconsumidor.gov.br/metcientifica/index.asp>>. Acesso em: 21 jul. 2018.

INMETRO. **Barreiras técnicas e a competitividade industrial.** 2017. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/cartilha_btce.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2018.

INMETRO. **Conheça o Inmetro:** O que é o Inmetro. 2012. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/oque.asp>>. Acesso em: 22 jul. 2018.

LONGO, R. M. Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação. Brasília: **IPEA**. 1996.

LOPES et al. Uma análise do ambiente mercadológico de uma empresa do setor metal mecânico sob as perspectivas de Porter. **Rev. Adm. UFSM**, Santa Maria, v.6, p.103–118, 2013.

MARTINS, Roberto Antonio; MELLO, Carlos Henrique Pereira; TURRIONI, João Batista. Guia para elaboração de Monografia e TCC em Engenharia de Produção. São Paulo: **Atlas**, 2014.

MENDES, M. F. **O impacto dos sistemas QAS nas PME portuguesas.** Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho. Minho, Portugal. 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/7967>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

OLIVEIRA et al. Um estudo sobre a utilização de sistemas , programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo. **Produção**, 2010.

VITURI, Dagmar Willamowius; ÉVORA, Yolanda Dora Martinez. Gestão da Qualidade Total e enfermagem hospitalar : uma revisão integrativa de literatura. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 68, p. 945–952, 2015.

TALEIRES, Luciana Baima. **Proposta de um roteiro de implantação do Lean Seis Sigma em uma empresa de serviços logísticos com SGD.** Dissertação de mestrado em Pós-Graduação de Logística e Pesquisa Operacional. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/Ceará, 2016.