

Utilização do método DMAIC no processo de fabricação de fieiras

Juliana Martins Magalhães (FEAMIG) juzinhamagalhaes@gmail.com
Quézia Oliveira da Silva (FEAMIG) queziasilvatst@gmail.com
Régis Mendes de Vasconcellos (FEAMIG) regismv80@gmail.com
Suellen Carmo Pereira (FEAMIG) suellencarmo@hotmail.com
Flávia Komatsuzaki (FEAMIG) flaviakz@gmail.com

Resumo:

A realidade empresarial da atual economia é altamente competitiva e faz com que as organizações para sobreviver necessitem de melhoria contínua e maior controle de seus processos produtivos. Neste cenário, este trabalho foi realizado na linha de produção de uma ferramenta necessária à produção de arames, em uma indústria situada na cidade de Contagem (MG). O objetivo é aperfeiçoar o processo de fabricação desta ferramenta através do método DMAIC. Para isso, os autores atuaram no mapeamento do processo, levantamento de não conformidades e itens de controle, para então montar um plano de ação que possa solucionar os problemas. Este trabalho é de caráter experimental e classificado como uma pesquisa exploratória. A pesquisa foi do tipo estudo de caso, pois esta é bastante utilizada para investigar não só o fenômeno, mas também o contexto em que o mesmo está inserido. Descobriu-se que gargalos de produção e não conformidades nos produtos eram responsáveis por inibir que as metas produtivas fossem alcançadas. Através do método DMAIC foi possível traçar um plano de ações com potencial para atingir a meta produtiva com baixo investimento.

Palavras-chave: Qualidade, DMAIC, Arames.

Using the DMAIC method in the process of manufacturing wire's dies

Abstract:

The entrepreneur business reality in the current economy is highly competitive, pushing companies into a continuous need of improvement and better control of their productive process. Considering this scenario, this work will be conducted in the production line of a necessary tool to manufacture wire in an industry located in the city of Contagem (MG). The objective is to improve this tool manufacture process using the DMAIC method. In order to do so we will work on mapping process, searching of non-compliance and controlling items. Then we will put together a plan of action to solve the problems. This work is classified as an exploratory and descriptive research on a trial basis. The research will be a case study once it is commonly used to investigate not only the phenomenon but also the context in which it is. It was found that production bottlenecks and products non-compliance conformities were responsible for inhibiting the productions goals. Thru the DMAIC method it was possible to draw a line of action with potential to reach the productions goals at low investment.

Keywords: Quality, DMAIC, Wires.

1. Introdução

O setor siderúrgico, assim como muitos outros de capital intensivo, sofre influência do mercado mundial devido à globalização. Para sobreviver nesse contexto, apenas a exigência de mão de obra qualificada não é o suficiente. Hoje, são requeridas formas que possam ser aplicadas por todos em rumo aos objetivos da organização, ou seja, a indústria busca meios de alcançar a melhoria contínua em seus processos para sobreviver.

O avanço contínuo tange produzir cada vez melhor, ou seja, mais produtividade e assertividade com os recursos disponíveis. Quanto maior a produtividade de uma companhia, mais benéfica ela é para a sociedade, pois atende a necessidade dos clientes a um baixo custo. Sob esse ponto de vista pode-se entender que a melhoria contínua alimenta o crescimento sustentável da empresa e da sociedade. Além disso, é importante a interação dos processos de bens e serviços com o objetivo de atender a necessidade de qualidade, tempo e custos de seus clientes.

O processo de implantação da gestão de qualidade envolve a seleção, estruturação e aplicação de ferramentas específicas para as diferentes situações pelo qual passa o processo de produção. O estudo dessas ferramentas da qualidade foi o ponto de partida deste trabalho.

1.1 Problema de Pesquisa

Como aperfeiçoar o processo de fabricação de feiras utilizando o método DMAIC?

1.2 Objetivo geral

Como aperfeiçoar o processo de fabricação de feiras utilizando o método DMAIC em uma indústria siderúrgica?

1.3 Objetivos específicos

- a) Mapear o processo de produção das feiras;
- b) Verificar o atendimento da demanda com a atual capacidade produtiva;
- c) Levantar os itens de controle e verificação do processo de produção;
- d) Levantar as não conformidades;
- e) Analisar o controle estatístico do processo
- f) Montar um plano de ação a fim de solucionar o problema.

2. Engenharia da qualidade

Em busca pela excelência e qualidade dos produtos deu-se início a estudos e a criação de áreas específicas para análise do cenário mundial. Uma dessas áreas é a engenharia da qualidade.

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2015), a Engenharia da Qualidade é a combinação da utilização de métodos e práticas visando o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis para se produzir com qualidade, diminuição das perdas com unidades não conformes, e melhor acompanhamento dos sistemas de produção a fim de se evitar erros durante o processo.

Devido à contribuição de abordagens e conceitos da Engenharia da Qualidade, o programa Seis Sigma foi criado para solucionar problemas nas organizações a partir da formação de metodologias de trabalho.

2.1 Seis Sigma

O Seis Sigma é usado como uma metodologia focada no progresso para alcançar o aperfeiçoamento de um processo na organização, usando ferramentas que sejam organizadas para solução de problemas. Esse método deve ter um amplo entendimento através da escala, da meta, do *benchmark* utilizado para verificar o nível de qualidade dos processos, operações e produtos, da estatística, da filosofia, da estratégia e, por ultimo, da visão.

A expansão desses processos é realizada com base em um método denominado *DMAIC* (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) (WERKEMA, 2012). O DMAIC é uma estratégia utilizada pelo Seis Sigma para o avanço de desempenho, agregado a várias ferramentas da qualidade onde norteiam as equipes.

2.1.1 DMAIC

O DMAIC contém cinco etapas que induzem o caminho necessário para as atividades fundamentais na metodologia Seis Sigma, tem como alvo definir sentido do processo e situações que serão melhoradas, medir a fim de alcançar dados e referências para estudo do problema, analisar com lógica todas as informações coletadas na medição já realizada, confirmando os problemas identificados, realizar alterações necessárias para melhorar o processo, a fim de eliminar e/ou minimizar os defeitos, assegurando que as metas sejam

atingidas e mantidas. Para tanto é necessário explorar as ferramentas da qualidade para entender quais são aplicáveis a cada projeto de melhoria.

2.2 Ferramentas da qualidade

A prestação de serviços, assim como a fabricação de produtos, é composta por inúmeras atividades que precisam ser gerenciadas ao longo do processo. Sendo assim, é importante desenvolver modelos baseados em ferramentas de controle para auxiliar a gerência do processo, buscando assim, um controle total da operação. Essa necessidade provocou a criação das ferramentas da qualidade, que segundo Werkema (1995) são utilizadas para coletar, processar e dispor as informações necessárias ao giro dos métodos de melhorias.

Sendo assim, o presente estudo utilizou as seguintes ferramentas, as quais serão esmiuçadas a seguir: Fluxograma, Gráfico temporal, *Brainstorming*, Gráfico de Pareto, Diagrama de causa e efeito, Cp e Cpk e 5W2H.

2.2.1 Fluxograma

Fluxograma é uma ferramenta gráfica concebida para ilustrar de forma simples as diversas etapas que compõem um processo. É um tipo de diagrama formado por etapas sequenciais de ações e decisões que permitem compreender o fluxo do trabalho na execução de um serviço.

No entanto, é importante que sua coleta seja feita de forma clara e objetiva. Para isso, a coleta de dados deve ser assertiva, demandando técnicas específicas e algumas ferramentas para facilitar um resultado positivo.

2.2.2 Gráfico Temporal

É um diagrama utilizado para mostrar os valores individuais do resultado de um processo em função do tempo. Uma vez encontrada um parâmetro indesejado, sua causa raiz e a priorização do plano de ação serão exploradas pelo gráfico de Pareto e pelo Diagrama de Causa e Efeito.

2.2.3 *Brainstorming*

Brainstorming é uma palavra inglesa que significa tempestade de ideias. Essa ferramenta consiste em criar uma discussão entre partes interessadas sobre determinado assunto, auxiliando a produzir o máximo possível de ideias ou sugestões criativas sobre um tópico.

No entanto, na definição dos problemas é importante haver o conhecimento das ocorrências com relação ao tempo, por isso faz-se necessário conhecer a ferramenta Gráfico temporal, conforme citado no item 2.2.2.

2.2.4 Gráfico de Pareto

Segundo Montgomery (2004, p. 109), “o gráfico de Pareto é simplesmente uma distribuição de frequência (ou histograma) de dados atributos, organizados por categoria. Os gráficos de Pareto são largamente usados em aplicações não industriais de métodos de melhoria da qualidade”.

Werkema (1995, p.71) afirma que o “Gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas. A informação assim disposta também permite o estabelecimento de metas numéricas viáveis de serem alcançadas, podendo ter vários tipos, ser estratificado ou ainda ser desdobrado”.

Entretanto o gráfico de Pareto se relaciona com outras ferramentas da qualidade para alimentação de dados, como por exemplo, o Diagrama de Causa e Efeito para levantamento das causas dos problemas.

2.2.5 Diagrama de Causa e Efeito

O Diagrama de Causa e Efeito, conhecido por Diagrama de Ishikawa, foi inicialmente criado pelo engenheiro Kaoru Ishikawa em 1943 e aprimorado nos anos seguintes. Seu objetivo é ordenar as informações do processo e permitir a identificação das causas do problema. As causas primárias dos problemas mais comuns de indústrias estão ligadas a máquina, meio de medida, meio ambiente, mão de obra, método e matéria-prima.

O estudo de falhas e causas formalizado fornece os dados para criação de um plano de ação que efetive as melhorias. Uma das ferramentas que pode ajudar a executar o plano de ação é o 5W2H.

2.2.6 Cp e Cpk

C_p é uma medida de capacidade potencial do processo de manter sua produção centrada no valor nominal de projeto. Sua análise é feita a partir da coleta de determinada característica a ser estudada e comparada com os limites estabelecidos pelo projeto. C_{pk} é utilizado quando o processo não está centrado, então é feita a comparação com o limite que estiver mais próximo da média do processo.

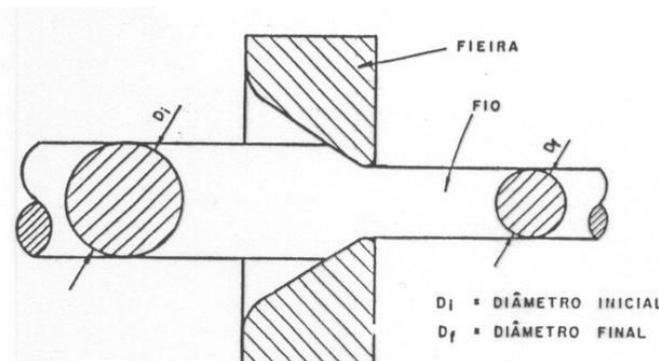
O C_p e o C_{pk} tem como objetivo avaliar se o processo tem a habilidade de atender as definições estabelecidas pelo desejo e necessidade do cliente. Sabe-se que é possível um processo com variabilidade controlada e previsível, produza itens defeituosos e é exatamente nessa avaliação que constitui o estudo da capacidade do processo.

2.3 Siderurgia

A siderurgia é a parte da metalurgia que se concentra no tratamento do minério de ferro para produção de ferro e aço. Segundo Mourão (2007) o processo siderúrgico possui 3000 anos de existência. O método de alteração do minério de ferro em artigos de ferro e aço progrediu juntamente com a civilização, no entanto sua essência não se modificou: utiliza-se o carvão vegetal como fonte de carbono reagindo com uma brisa de ar para liquefazer o minério de ferro. O ferro adquirido é manipulado mecanicamente para adquirir o produto fim.

2.3.1 Trefilação

O processo de fabricação de uma barra, perfil, tubo ou fio, é chamado de trefilação. A trefilação consiste na passagem da matéria-prima chamada de fio-máquina, por uma ferramenta denominada fieira, havendo deformação plástica do material. Onde o mesmo é tracionado, fazendo com que o diâmetro seja reduzido e haja um aumento no seu comprimento, mantendo o volume inalterado, conforme Figura 1.



Fonte: DIETER, 1981, p. 23

Figura 1 – Redução do diâmetro de um fio

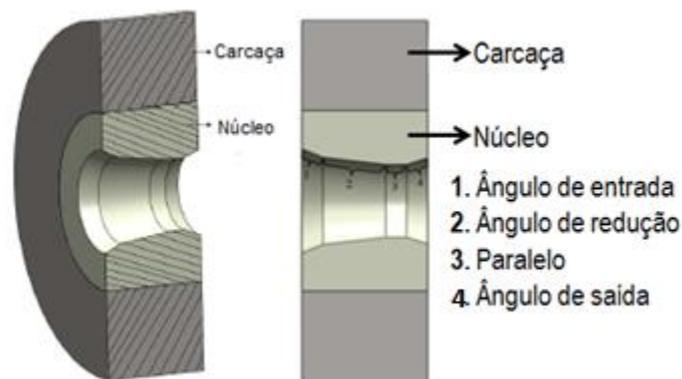
As características principais da trefilação são o aumento da resistência à tração e tensão de escoamento do material que ocorre devido ao encruamento que o material sofre durante o processo.

2.3.2 Fieira

Fieira é a ferramenta utilizada na trefilação para a redução do diâmetro do arame (fio-máquina), que varia de acordo com a especificação do produto.

Inicialmente, as fieiras eram simples furos cônicos em chapas de aço ou ferro fundido. No entanto, desgastavam-se rapidamente, especialmente quando se trefilava material de maior resistência mecânica. A partir de 1920, passou-se a utilizar o WC (carboneto de tungstênio) nas fieiras. Esse material era muito duro e resistente ao desgaste, e permitia a trefilação por períodos de tempo razoáveis sem que a fieira sofresse desgaste excessivo. Como o WC é de custo elevado, ele é utilizado como um pequeno núcleo montado em uma carcaça, como mostra a Figura 2 (CETLIN, 2007).

A geometria das fieiras é fundamental para a obtenção de um material trefilado de qualidade. A maior parte dos problemas é devido à geometria das fieiras. De uma forma geral, a geometria da fieira consiste em quatro regiões importantes para o processo de trefilação: região 1 (ângulo de entrada), região 2 (ângulo de redução), região 3 (paralelo), região 4 (ângulo de saída).



Fonte: CETLIN, 2007, p. 27

Figura 2 – Regiões da fieira

O uso de fieiras com a forma correta para um determinado diâmetro inicial do arame é muito importante para a qualidade final do produto acabado. As dimensões de cada região têm influência direta na qualidade do produto, especialmente nos itens de controle do mesmo.

3. Metodologia de pesquisa

A pesquisa ocorreu em uma empresa siderúrgica no período de agosto de 2014 a julho de 2015, localizada na cidade de Contagem, MG. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevista e análise documental.

Esta pesquisa é de natureza exploratória quanto aos fins, e quanto aos meios de investigação é um estudo de caso.

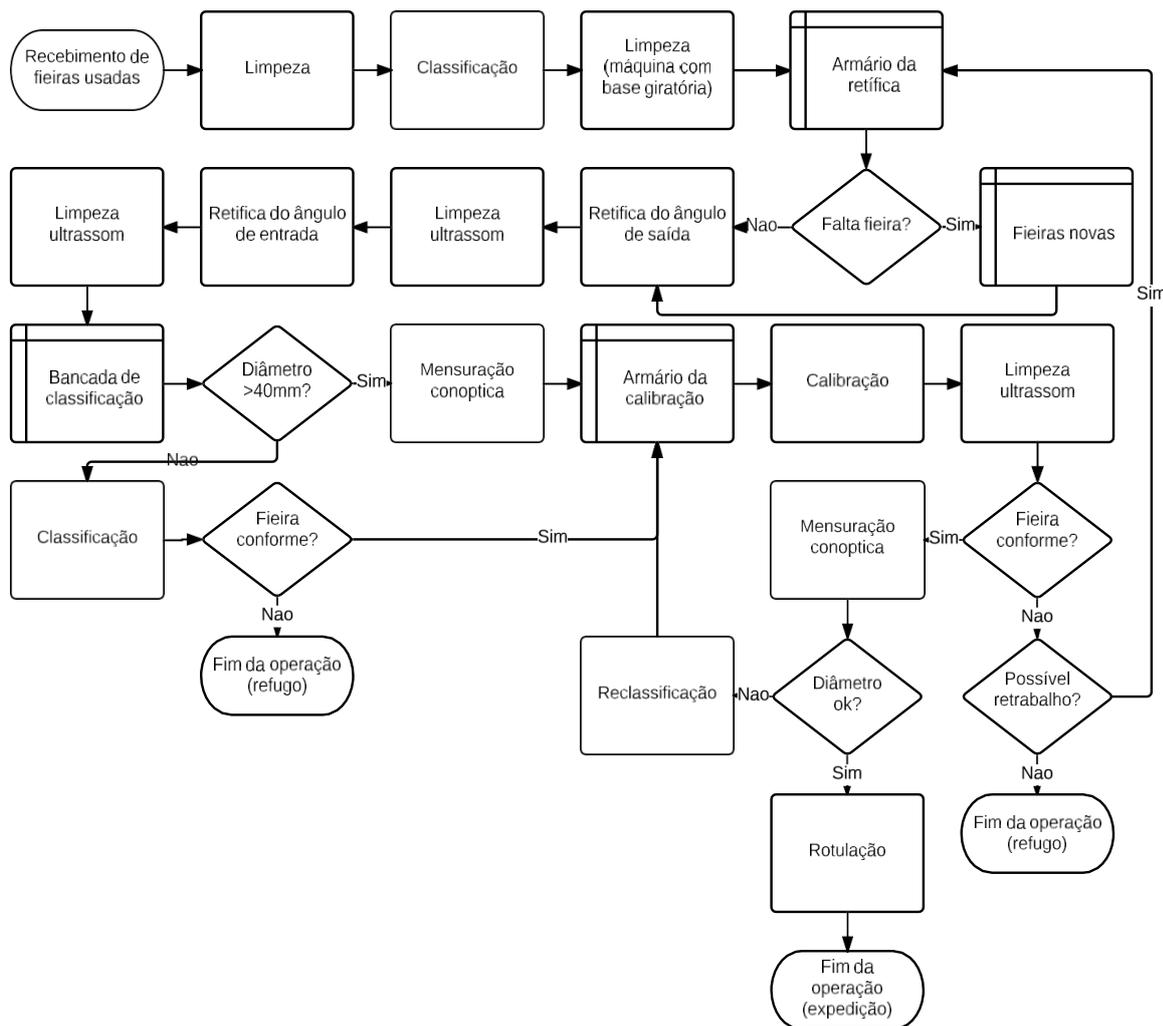
Para elaboração dos gráficos e estudos do processo foram utilizadas ferramentas da qualidade como: Fluxograma, *Brainstorming*, Gráfico temporal, Gráfico de Pareto, Diagrama de causa e efeito, 5W2H. O *software* estatístico utilizado foi Minitab versão 14.0.

4. Discussão dos resultados

Através das etapas D (definir), M (medir), A (analisar) e I (melhorar) do DMAIC e com o uso das ferramentas da qualidade estudadas, foram descritos os resultados alcançados. Como a presente pesquisa é do tipo exploratória não houve desenvolvimento da última etapa do DMAIC, ou seja, a etapa C (Control), que é a checagem da eficácia das melhorias sugeridas.

4.1 Mapear o processo de produção das feiras

O primeiro passo desta etapa é mapear os focos fundamentais dos processos, para depois então analisar os dados coletados pela medição de resultados ligados ao problema que foi definido (Figura 3).



Fonte: OS AUTORES, 2015

Figura 3 – Fluxograma do processo

Como pode ser visto na Tabela 1, a análise dos tempos de processo demonstra que o gargalo produtivo são as máquinas de limpeza por ultrassom, que não propiciam fluxo constante de alimentação para os processos a montante. Sendo assim, as etapas seguintes têm tempos ociosos de produção. O segundo gargalo de produção são as retíficas. Esses dois processos foram tratados da etapa Melhorar do DMAIC, uma vez que o potencial de melhoria já foi identificado.

Tempo por Processo

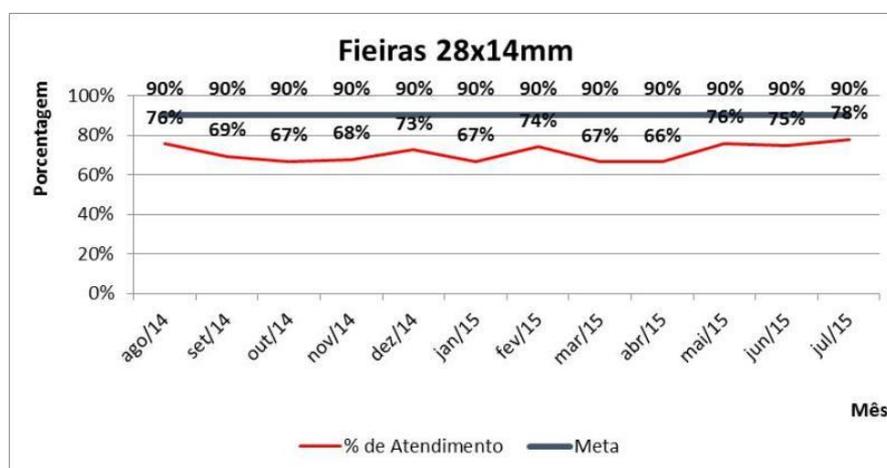
Processo	Tempo	Qtd por tempo
Limpeza	1800 segundos	3000 Fieiras
Classificação	10 segundos	1 Fieira
Máquina com base giratória	20 segundos	1 Fieira
Retífica do ângulo de saída	100 segundos	1 Fieira
Limpeza Ultrassom	1560 segundos	50 Fieiras
Retífica do ângulo de entrada	235 segundos	1 Fieira
Limpeza Ultrassom	1560 segundos	50 Fieiras
Inspeção do diâmetro	10 segundos	1 Fieira
Classificação	10 segundos	1 Fieira
Mensuração conóptica	10 segundos	1 Fieira
Calibração	200 segundos	1 Fieira
Limpeza Ultrassom	1560 segundos	50 Fieiras
Inspeção estereoscópio	15 segundos	1 Fieira
Mensuração conóptica	10 segundos	1 Fieira
Rotulação	5 segundos	1 Fieira

Fonte: OS AUTORES, 2015

Tabela 1 – Tempo por processo

4.2 Verificar o atendimento da demanda com a atual capacidade produtiva

Para realização da primeira etapa do DMAIC, a etapa D (Definir), deve-se estabelecer a meta e escopo do projeto. O objetivo deste estudo é aperfeiçoar a produção para alcançar a meta de 90% de atendimento da fábrica. Para tanto, foi necessário conhecer os indicadores de produção para entender a dimensão do problema. Desta forma, foi desenvolvido um gráfico com o histórico de produção e demanda dos clientes nos últimos doze meses, assim obteve-se conhecimento do real *déficit* de produção em relação ao planejamento da ABC.



Fonte: Empresa ABC, 2015

Gráfico 1 – Performance percentual histórica de atendimento de fieiras 28x14

O Gráfico 1 é um gráfico temporal do percentual de atendimento que ilustra a lacuna entre a meta de produção de fieiras da ABC e os pedidos efetivamente atendidos. A meta de 90% foi estabelecida no planejamento estratégico do setor fabril para haver equilíbrio entre boa disponibilidade de ferramentas e baixos estoques.

4.3 Levantar os itens de controle e verificação do processo de produção

Os itens de controle são as unidades de medida estabelecidas sobre o produto e o processo, que é parte da etapa M (Medir) do DMAIC. As especificações necessárias para que o produto

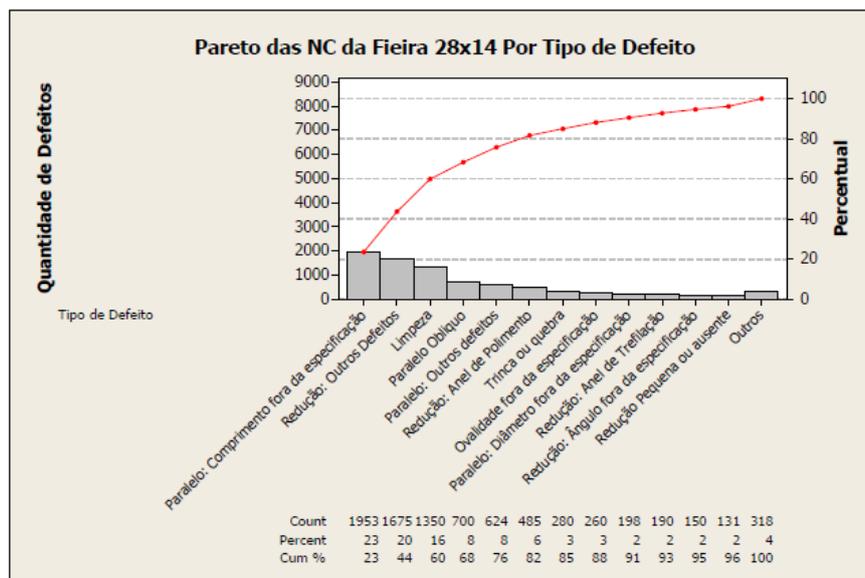
e processo atendam as necessidades do cliente são: atender 90% de cada pedido, vindos das unidades fabris (1); ângulo de redução: $9^\circ \pm 2^\circ$ (2); ângulo de saída: $27^\circ \pm 5^\circ$ (3); comprimento do paralelo: $35\% \pm 15\%$ do núcleo da fieira (4); tolerância do diâmetro do furo da fieira: 0,000mm a 0,003mm (5); diâmetros de fabricação: 0,150mm a 2,200mm (6).

Para que os itens de controle sejam atendidos, é necessário que ao longo do processo existam itens de verificação para o cumprimento dos objetivos. Através da ferramenta *brainstorming* foi feita uma coleta de dados sobre as ações do processo que podem afetar os itens de controle. Essas ações estão listadas a seguir e numeradas conforme sua relação aos itens de controle.

Unidades fabris devem devolver fieiras utilizadas semanalmente (1); correias das máquinas de retificar fieiras devem ser substituídas semanalmente (2;3); deve ser criado um gabarito para ajustar a folga da cabeça da caneta (2;3;4); toda troca de sessão de retificação deve ser verificado a integridade das agulhas das máquinas (2;3;4); ao final de cada ciclo o operador deve conferir se a agulha está encostando na fieira (2;3;5); operadores devem estar bem treinados (1;2;3;4;5;6); canetas tortas devem ser reparadas (4;5); fabricar eixos para o alinhamento do bloco das canetas (2;3); avaliar inserção de produto químico na lavagem das fieiras (1;2;3;4;5); compra de bloco reserva para as máquinas de retificar fieiras (2;3); direcionar mais operadores na classificação inicial das fieiras a fim de colocar mais fieiras dentro do processo (1); avaliar inserção de uma inspeção do diâmetro interno da fieira após a rotulação (1;5;6); agendar e organizar sessões de manutenção para cada máquina junto a equipe de manutenção (2;3;4); criar um diário de ocorrência das máquinas junto a manutenção (2;3;4). Esta coleta abasteceu um gráfico de Causa e Efeito que norteou ações de melhoria

4.4 Levantar as não conformidades

Para entender o potencial do aumento de produção através da redução de falhas, levantou-se as não conformidades dos produtos. Nesta etapa, utilizando o gráfico de Pareto (Gráfico 2) é possível notar as principais falhas que afetam a produção, e assim chegar à etapa A (Analisar) do DMAIC.



Fonte: OS AUTORES, 2015

Gráfico 2 – Diagrama de Pareto de não conformidades

Nota-se que seis falhas são responsáveis por 82% das não conformidades, então estudou-se essas falhas para encontrar suas causas através de *brainstorming*. Essas falhas são: paralelo com comprimento fora da especificação (1); ângulo de redução com outros defeitos (2); fieira suja (3); paralelo oblíquo (4); paralelo com outros defeitos (5); ângulo de redução com anel de polimento (6). O *brainstorming* das não conformidades realizado junto aos funcionários da área gerou uma lista de possíveis causas para essas não conformidades, expostas a seguir: agulha não cortando a fieira (2;6); tempo inadequado de permanência das fieiras na máquina de limpeza (3); agulhas soltas (1;4;5); não substituição das correias da máquina de retificação (2;6); canetas das retíficas deformadas (1;4;5); deficiência no treinamento de operadores novatos (1;2;3;4;5;6); ausência de produtos químicos para limpeza das fieiras (3); fieiras usadas muito danificadas (1;2;4;5;6).

Tais causas nortearam a construção de um diagrama de causa e efeito que auxiliou posteriormente a realização do plano de ação para redução das não conformidades e, conseqüentemente, o aumento do nível de atendimentos a pedidos. Para dar seqüência nas propostas de melhoria se fez necessário estudar se o processo estava sob controle estatístico, através da construção de cartas \bar{x} e s , as quais confirmaram o controle. Sendo assim, prosseguiu-se com a construção do plano de ação.

5. Montar um plano de ação a fim de solucionar o problema

PLANO DE AÇÃO						
O que?	Porque?	Como?	Onde?	Quando?	Quem?	Quanto?
Eliminar o gargalo da linha de produção	Produtividade é limitada pela máquina de ultrassom	Comprar duas máquinas de ultrassom	Na linha de produção	60 dias	Departamento de Suprimentos e Engenheiro de Processo	R\$ 40 mil cada
Aumentar a produtividade da retífica	Segundo gargalo de produção e alto tempo de <i>setup</i>	Comprar um bloco de agulhas por retífica	Na linha de produção	60 dias	Departamento de Suprimentos, Engenheiro de Processo e Manutenção	R\$ 7 mil cada
Aumentar o volume de classificação de fieiras usadas/hora	Reduzir utilização de fieiras novas	Contratação de um menor aprendiz	Na etapa de classificação de fieiras	30 dias	Departamento Pessoal	R\$ 500/mês
Reciclar o treinamento dos funcionários	Não execução das tarefas conforme os procedimentos padronizados	Criação e execução de política de reciclagem de treinamentos	No setor de produção de fieiras	30 dias	Coordenador da área e Departamento de Treinamento e Desenvolvimento	R\$ 0
Conserto das canetas de retífica	geram não conformidades no processo de retífica	Alinhamento das canetas	Fornecedor externo	30 dias	Manutenção e Engenheiro de Processo	R\$ 300 cada
Controle de troca correias das máquinas de retificação	Rompimento de correias gera refugo de fieiras	Criação de controle visual de troca de correias	Nas máquinas de retífica	10 dias	Coordenador da área	R\$ 0
Reduzir índice de fieiras com rotulação incorreta	Causa paradas de produção de arames	Criar inspeção amostral após rotulação	Após a máquina de rotulagem	10 dias	Coordenador da área	R\$ 0

Fonte: OS AUTORES, 2015

Quadro 1 – Plano de ação com as atividades sugeridas

O plano de ações (Quadro 1) contempla as atividades sugeridas para o aumento da produtividade após a definição das metas, medição da produção e análise das falhas do processo. Esse plano é a etapa M (Melhorar) do DMAIC. Através da ferramenta 5W2H foi sugerida uma série de ações relacionadas ao aumento da capacidade produtiva da linha de produção e a redução das não conformidades. As ações têm potencial para que a produção atinja e meta de 90% de atendimento.

6. Etapas do DMAIC

O Quadro 2 apresenta todas as fases do DMAIC e as ações utilizadas pelos autores para reduzir e/ou sanar as não conformidades encontradas na linha de produção.

ETAPAS DO DMAIC E AÇÕES UTILIZADAS	
D = DEFINIR	<p>Estabelecer as metas e escopo do projeto; Conhecer os indicadores de produção para entender a dimensão do problema; Elaboração de um gráfico temporal com o histórico de produção e demanda dos clientes no último ano; Conhecimento do real déficit de produção em relação do planejamento da ABC.</p>
M = MEDIR	<p>Levantar itens de controle; Levantar itens de verificação para que os itens de controle sejam atendidos; Utilização de ferramenta <i>brainstorming</i> para coleta de dados, sobre as ações do processo que possam afetar os itens de controle; Alimentar gráfico de causas e efeitos para nortear ações de melhorias.</p>
A = ANALISAR	<p>Levantar as não conformidades do produto com a utilização das seguintes ferramentas: - Gráfico de Pareto, carta de controle e <i>brainstorming</i>; Através da análise, nortear a construção de um diagrama de causas efeitos, resultando na realização de um plano de ação para redução das não conformidades.</p>
I = MELHORAR	<p>Elaborar um plano de ação com atividades para buscar atingir a meta de atendimento; Sugerir ações para aumentar a capacidade de produtividade e reduzir a ocorrência de não conformidades.</p>
C = CONTROLAR	<p>Não Aplicável.</p>

Fonte: OS AUTORES, 2015

Quadro 2 – Etapas DMAIC

7. Conclusão

O aperfeiçoamento dos processos produtivos é uma importante estratégia competitiva e, por essa razão, muitas empresas têm fortalecido essa cultura em suas equipes para não ficarem em desvantagem no mercado. A melhoria contínua é uma garantia de maior lucratividade, mais clientes e menores preços para a sociedade.

Através do estudo apresentado, buscou-se mostrar como o método DMAIC pode estruturar o uso de ferramentas da qualidade e conduzir um negócio a obter melhores resultados.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ABEPRO. Disponível em: <www.abepro.org.br>. Acesso em: 26 abr. 2015.

CETLIN, Paulo. *Trefilação de arames de aço.* Belo Horizonte: UFMG, 2007.

DIETER, G. E. *Metalurgia mecânica.* 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981.

MONTGOMERY, Douglas C. *Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade.* 4. ed. Arizona State University, 2004.

MOURÃO, Marcelo Breda. *Introdução à siderurgia.* São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2007.

WERKEMA, Cristina. *Criando a cultura lean Seis Sigma.* 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.* Nova Lima: Werkema, 1995.