

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
VII CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO INDUSTRIAL
PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO

ANDRÉ SOARES DE FRANÇA

IMPLANTAÇÃO DA ESTRATÉGIA SEIS SIGMA EM UMA
INDÚSTRIA DE FIOS E CABOS ELÉTRICOS

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PONTA GROSSA

2012

ANDRÉ SOARES DE FRANÇA

**IMPLANTAÇÃO DA ESTRATÉGIA SEIS SIGMA EM UMA
INDÚSTRIA DE FIOS E CABOS ELÉTRICOS**

Trabalho de Monografia apresentada
como requisito parcial à obtenção do
título de Especialista em Gestão
Industrial: Produção e Manutenção
da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ivanir Luiz de
Oliveira

PONTA GROSSA

2012



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PONTA GROSSA
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

IMPLANTAÇÃO DA ESTRATÉGIA SEIS SIGMA EM UMA INDÚSTRIA DE FIOS E CABOS ELÉTRICOS

por

André Soares De França

Esta monografia foi apresentada no dia 10 de março de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM GESTÃO INDUSTRIAL: PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR)

Prof. Dr. Luis Mauricio Martins de Resende (UTFPR)

Prof. Dr. Ivanir Luiz de Oliveira (UTFPR)
Orientador

Visto do Coordenador:

Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior
Coordenador ESPGI-PM
UTFPR – Campus Ponta Grossa

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Secretaria

RESUMO

O setor industrial vem buscando a melhoria da qualidade e produtividade como uma das formas de permanecer e conquistar o mercado competitivo, as empresas de transformação estão investindo em métodos a fim de adquirir esta melhoria de forma contínua, e uma das estratégias é a implantação do Seis Sigma e o método para sua aplicação é o ciclo DMAIC. Este trabalho propõe a implantação desta estratégia em uma indústria de fios e cabos elétricos localizada em um Município do Centro-Sul no estado do Paraná. Para a aplicação do método a empresa reuniu os diretores, e entraram em acordo para decidir quais seriam os profissionais que iriam compor a equipe Seis Sigma, em seguida, realizaram um mapeamento do processo produtivo e o diagnóstico de cada etapa deste processo, assim apontando os problemas e o que deveria ser ajustado visando a melhoria contínua. Os resultados revelaram ganhos com a utilização do Seis Sigma, pois houve diminuição dos desperdícios com a matéria prima, o que estava sendo descartado como resíduo devido a falhas na organização da produção, e era considerado como um custo voltou ao processo produtivo como matéria prima.

Palavras-chave: Seis Sigma, melhoria contínua, processo produtivo, DMAIC.

ABSTRACT

The industrial sector has been seeking to improve the quality and productivity as a way to stay competitive and gain market, processing companies are investing in methods to acquire this improvement, and one of the strategies is the implementation of Six Sigma method and its application is the DMAIC cycle. This paper proposes the implementation of this strategy in an industry of electric wires and cables located in a city in the South-Center region in Paraná state. For the application of the method the company gathered the directors, and has agreed to decide who would be the professionals who wish to compose the Six Sigma, then they further conducted a mapping and diagnosis of the production process of each step of this process, just pointing out problems and what should be adjusted to improve continuously. The results showed gains from the use of Six Sigma, because there was waste reduction with the raw material, what was being discarded as waste because of fails in the organization of production, and what was considered as a cost returned to the production process as raw material.

Keywords: Six sigma, continuous improvement, production process, DMAIC.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVO.....	8
3. REVISÃO DA LITERATURA	9
3.1 A ESTRATÉGIA SEIS SIGMA.....	9
3.2 A ESTRUTURA DO SEIS SIGMA	11
4. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	14
4.1.1 <i>Matéria Prima</i>	15
4.1.2 <i>Trefilação</i>	16
4.1.3 <i>Linha de Junção</i>	17
4.1.4 <i>Linha de Retrabalho</i>	20
4.1.5 <i>Expedição</i>	20
6. METODOLOGIA.....	21
7. RESULTADOS	22
7.1 A IMPLANTAÇÃO DO SEIS SIGMA.....	22
7.1.1 <i>Definição</i>	22
7.1.2 <i>Medir</i>	23
7.1.3 <i>Análise</i>	23
7.1.4 <i>Melhoria</i>	25
7.1.5 <i>Controle</i>	27
8. CONCLUSÃO.....	30
9. REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

Ultimamente muitas empresas tem investido em qualidade e produtividade a fim de obterem a competitividade, aumento do lucro e a fidelidade dos clientes, para isso uma das estratégias é a implantação do Seis Sigma, a qual tem como objetivo a melhoria contínua de seus produtos e serviços, e tem como meta chegar a quase zero a falha.

É possível notar a visão de especialistas que em curto prazo as indústrias de transformação que não conquistarem o Seis Sigma serão menos competitiva ou até deixarão de competir no mercado.

O presente estudo mostra os benefícios da implantação do Seis Sigma em uma indústria de fios e cabos elétricos, portanto foi mapeado o processo produtivo e com a aplicação da metodologia DMAIC, surgiu a possibilidade de encontrar falhas na produção, diminuir ou eliminar os custos com a destinação final dos resíduos, e aumentar a produtividade, chegando a conclusão que a empresa necessitaria implantar a estratégia Seis Sigma, onde a partir disso todos os colaboradores contribuíssem para a melhoria continua da produção.

2. OBJETIVO

Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é implantar a estratégia Seis Sigma a fim de obter melhores resultados na produção.

Objetivos específicos

- Reduzir as falhas na produção;
- Quantificar as perdas existentes no processo, ou seja, perdas com resíduos;
- Indicar as melhorias desde a implantação do programa.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 A Estratégia Seis Sigma

A empresa Motorola na década de oitenta foi quem desenvolveu a estratégia Seis Sigma com a finalidade de reduzir a taxa de falhas em seus produtos eletrônicos, os quais estavam dentro do tempo de garantia. Portanto formulou um gráfico a fim de avaliar o desempenho de varias empresas, onde as empresas de médio porte apresentaram taxa de falhas de 3000 a 10000 por milhão de atividades, isto se enquadra em uma escala sigma de 3 a 4, já as melhores empresas revelaram uma escala 3,4 por milhão, isto equivale a Seis Sigma, a partir destes resultados a empresa Motorola o aplicou como meta de qualidade em 1993.

No Brasil, o Seis Sigma foi disseminado a partir de 1997, quando o Grupo Brasmotor introduziu o programa em suas atividades e apurou em 1999 ganhos de R\$ 20 milhões (WERKEMA, 2002). E ainda revela que Seis Sigma não envolve nada de novo, as ferramentas já eram conhecidas e faziam parte do arsenal da qualidade para eliminação de defeitos.

Segundo (BLAUTH 2004) a filosofia que sustenta o Seis Sigma é a da melhoria contínua e pode ser aplicada a empresas de todos os tamanhos, nos vários ramos de prestação de serviços ou de manufatura, seja de capital público ou privado. E uma preocupação permanente da estratégia é redução da quantidade de desperdício, ou seja, a quantidade de defeitos nos produtos, e que uma empresa pode iniciar a estratégia melhorando alguns processos e convivendo com outros sem alteração de recursos.

Para (ROTONDARO,2002) o Seis Sigma incrementa a qualidade por meio da melhoria contínua do processos na produção conseguindo a excelência na competitividade, ainda um projeto Seis Sigma visa reduzir a variabilidade e aumentar a capacidade dos processos, a implementação está vinculada ao uso de métodos estatísticos que buscam facilitar a interpretação de relações de causa e efeito que afetam diretamente processos críticos para o negócio. O Seis Sigma possui como metas, a definição de defeitos e a sua eliminação através de execução de projetos, que duram de 4 a 8 meses.

Como o Seis Sigma é uma das ferramentas e está diretamente ligado à gestão da qualidade, são vários os caminhos que levam ao mesmo destino, sendo este a melhoria contínua, entre os métodos utilizados encontra-se:

- *Kaizen*- significa contínuo melhoramento, envolvendo gerentes e operários da empresa, a aplicação deste método não só mantém, mas aperfeiçoa os padrões estabelecidos (IMAI,1994);
- Sistema de Gestão de Qualidade- de acordo com a (ABNT/CB-25,2000) a melhoria contínua está entre os oito princípios da gestão da qualidade, alinhados aos requisitos da norma (NBR ISO9001,2000);
- Gestão da Qualidade Total, - é baseada na melhoria contínua de produtos e processos, conhecida nos países ocidentais como TQM afirma (TOLEDO E CARPINETTI, 2000);
- Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ) - entre os oito critérios de excelência, a melhoria contínua está no ciclo de Aprendizado conforme o Diagrama de Gestão, fortalecendo com a evolução das práticas de gestão;
- Produção Enxuta - Para (WOMACK E JONES 1998) entre os cinco princípios base da produção enxuta, a perfeição significa melhorar o processo buscando o aperfeiçoamento contínuo em relação a um estado ideal;
- Seis *Sigma* - reconhecido como estratégia gerencial e utiliza de forma sistêmica, diversos métodos e ferramentas que elevam exponencialmente a competência empresarial para solucionar problemas complexos e implementar projetos de novos produtos e processos, gerando expressivos resultados financeiros e a melhoria do negócio (BANAS, 2001).

O objetivo do Seis Sigma é atingir o famoso índice de 3,4 defeitos por milhão de oportunidade, muitas vezes para alcançar este índice pode resultar em investimento muito alto.

Para (WATSON, 2000) em muitas empresas a competitividade apresenta uma escala de três a quatro sigma, e o desempenho abaixo disso aumenta o número de produtos com defeitos, e que para atingir seis sigma significa uma qualidade próxima da perfeição.

A tabela abaixo revela a tradução do nível da qualidade para a linguagem financeira.

Nível de Qualidade	Defeitos por milhão (PPM)	Factor Percentual	Custo de Qualidade
2 sigma	308.537	69,15	Não se aplica
3 sigma	66.807	93,32	25 a 40%
4 sigma	6.210	99,3790	15 a 25%
5 sigma	233	99,97670	5 a 15%
6 sigma	3,4	99,999660	< 1 %

Tabela 1: tradução do nível da qualidade para a linguagem financeira.

Fonte: Werkema 2004– Tradução no nível da qualidade para a linguagem financeira.

3.2 A Estrutura do Seis Sigma

A formação de uma equipe Seis Sigma requer pessoas aptas a desenvolverem e promoverem o desempenho do grupo. O profissionais envolvidos pela infra-estrutura criada para implementação do programa nem sempre é tarefa fácil, haja vista que não basta apenas possuir habilidades técnicas ou de solução de problemas (GEORGE, 2004).

Para (PANDE NEUMAN E CAVANAGH, 2001) a metodologia pode ser comparada a uma estrutura das artes marciais, onde é dividida em:

- Faixa preta, é o gerente do projeto e funcionário da empresa, deve ter experiência de pelo menos 5 anos em sua área de atuação, e habilidade para organizar e acompanhar projetos.
- Patrocinador, é chamado de gerente funcional e promove a implantação do projeto sem haver barreiras na empresa.
- Coach de Seis Sigma, é o treinado ou especialista, o qual fornece suporte às equipes de projeto, em gestão de mudanças, estatísticas.
- Faixa verde, são os funcionários das áreas funcionais, e o treinamento para estes é menos intenso que o Faixa preta.
- Proprietário de processo, responsável por manter o projeto após a sua implantação.

A equipe é formada com base nas competências técnicas de cada profissional em relação ao projeto.

O quadro abaixo revela a formação da equipe responsável pelo Seis Sigma.

	Champions	Black Belts	Green Belts
Qualificações	Diretores e gerentes. Familiaridade com estatística.	Formação superior. Sólidos conhecimentos em estatística	Experiência técnica e administrativa. Familiaridade com ferramentas estatísticas básicas.
Treinamento	Três dias de treinamento (30 horas)	Quatro meses de treinamento (200 horas + projeto)	Dois meses de treinamento (100 horas + projeto)
Número de funcionários treinados	Um Champion por área-chave da empresa.	Um Master Black Belt para cada 30 Black Belts. (em grandes empresas)	Um Green Belt para cada 20 funcionários.

De acordo com (SANTOS E MARTINS,2005), a estrutura do modelo de referência permite a revisão de metas de médio e a longo prazo, já os resultados influenciam na tomada de decisão em nível estratégico, tático e operacional.

Para adquirir sucesso com a implantação de em um projeto Seis Sigma é necessário identificar as variáveis independentes chamada de X e as dependentes de Y , após esta fase o projeto passa por cinco fases: Definição, Medir, Análise, Melhoria e Controle, também chamado de D-M-A-I-C, e passar a ser caracterizado pelo seu potencial de solução de problemas por assegurar a redução na taxa de defeitos e falhas nos produtos, serviços e processo, as iniciais DMAIC significa:

D - Definir

Nesta fase é identificado o processo (Y) a ser melhorado a fim de atender uma Característica Crítica para o Cliente (CTQ) aumentando sua satisfação. Quando identificado o processo a ser melhorado, está identificado o Projeto Seis Sigma.

M – Medir

Nesta etapa o processo deve ser mapeado, medir a capacidade de produzir produtos que não sejam defeituosos, e medir a capacidade do processo expressa pelo valor sigma (σ).

A - Analyze

Procura-se as variações (X's) que são responsáveis por causarem defeitos. As principais ferramentas utilizadas são: Estatística básica e Análise gráfica dos dados.

I – Improve

Após reunir as variações (X's) identificados na Análise A, é o momento de melhorar o processo, e quem analisa são os donos do processo.

As principais ferramentas utilizadas são: Análise de Regressão e Delineamento de Experimentos.

C – Control

Nesta etapa aplica-se métodos para monitorar as fontes de variação (X's) a fim de manter a capacidade melhorada, e elaborar o plano de ação.

As principais ferramentas utilizadas são: Planos de controle, dispositivos à prova de erros (Poka-yoke) quando é ativado uma máquina ou linha de produção parar de forma que o problema possa ser corrigido.

E ainda para os mesmos autores, a filosofia Seis Sigma aponta três estratégias:

- Estratégia de melhoria do processo;
- Estratégia de projeto ou reprojeto;
- Estratégia de Gerenciamento do projeto.

Já para (AGUIAR, 2002) o programa Seis Sigma é composto por quatro aspectos:

- Metodologia de solução de problemas e de desenvolvimento de novos produtos;
- Estrutura de responsabilidades e funções;
- Estrutura de treinamentos;
- Política de pessoal.

E acredita que o Seis Sigma faz com que ocorra mudanças entre elas são:

- A atuação da empresa esta voltada aos clientes;
- Os problemas da empresa são considerados problemas de todos os funcionários;
- A forma de condução da solução de um problema é padronizada em todos os setores de empresa.

4. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo é iniciado quando o diretor de vendas analisa a cotação da matéria-prima, calculando os valores e montando a tabela de preços. Após este procedimento, é passada a tabela de preços aos representantes e eles, por sua vez, realizam as vendas.

Os representantes passam os pedidos para o diretor de vendas até lotar a carteira semanal, assim o diretor fecha a carteira de pedidos da semana e os remaneja para o setor de compras.

Em seguida vem a preparação da planilha dos resultados de quanto precisa de matéria-prima para a produção dos pedidos da semana e fazer os pedidos para o fornecedor, esta é uma atividade do setor de compras. O fornecedor leva em média 5 dias para entregar toda a matéria-prima, mas antes de cada entrega, são passados os valores para o setor financeiro da empresa realizar os pagamentos, estes são feitos a vista.

Logo, entra em ação o setor financeiro que seleciona os pedidos da carteira e passa para o setor fiscal emitir as notas. Depois das notas emitidas, são entregues impressas ao financeiro que faz o desconto de duplicatas nos bancos e recebe o dinheiro destes descontos e realizando o pagamento do fornecedor. Após o pagamento, a carga é liberada e quando ela chega, o almoxarifado faz a conferência do material e passa a nota para o setor fiscal que passa um relatório para o setor de produção.

No setor produtivo é necessário saber qual exato momento de produzir, portanto é feito uma planilha, a qual é chamada de ordem de fabricação ou "OF", essa planilha é montada pelo gerente de produção, da seguinte maneira, o gerente de produção recolhe todos os pedidos da carteira da semana atual com o setor de vendas, após pegar todos os pedidos monta-se a planilha de fabricação da seguinte maneira, separa-se cada item pela cor e pela bitola, assim tendo um resultado da quantidade exata de cada item ele divide em três partes esta planilha, uma planilha para cada máquina, pois são três máquinas no processo de encapar fio, chamadas de extrusora, após isso passa cada OF para o operador de cada uma delas, e conforme for produzindo o operador da máquina vai abatendo da planilha, e é feito em cada troca de turno um levantamento do que já foi produzido, e é levado até o gerente de produção, o qual vai fazendo o abatimento do que já foi produzido em cada turno e deixando atualizada a planilha de ordem de fabricação, assim de uma maneira fica fácil controlar e dificilmente ocorrer erros, ou seja, ser fabricado duas

vezes o mesmo pedido ou deixar de produzir o pedido. Abaixo se encontra o sequencia do processo produtivo.



4.1.1 Matéria Prima

O Policloreto de Vinila (PVC) chega a indústria em sacos, e tem formato de pequenas bolinhas de tamanho de um grão de feijão, o PVC é utilizado para encapar o cordão de Cobre Nu. As figuras abaixo demonstra a matéria prima.



Figura 1 - Policloreto de Vinila (PVC) em grãos

Outra matéria prima utilizada no processo são os corantes também de PVC, a figura abaixo mostra algumas das cores.

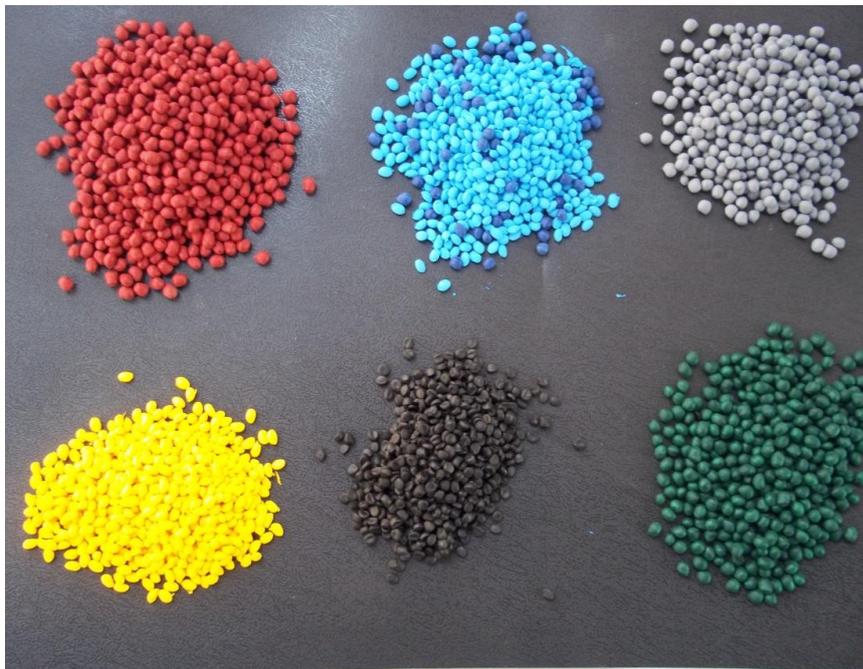


Figura 2 – Corante de Policloreto de Vinila (PVC)

4.1.2 Trefilação

O processo de trefilação consiste em puxar o fio de cobre das bobinas através de uma matriz, por meio de uma força de tração a ele aplicada na saída da matriz. Esse processo acarreta na redução da seção transversal (largura) e respectivo aumento no comprimento do fio de cobre.

Os defeitos mais comuns que ocorrem na trefilação são: rasgo na superfície, carepa muito forte, bobina mal enrolada, dimensões fora das especificações e diferenças de espessura entre extremidades do fio.



Figura 3 – Acomodamento das bobinas de Cobre Nu no desbobinador

4.1.3 Linha de Junção

Após passar pela trefilação o fio de cobre é aquecido em máquinas chamadas de extrusoras, a temperatura normalmente chega a (100°). A figura abaixo representa uma extrusora.



Figura 4 –Máquina Extrusora

O processo de obtenção de comprimentos ilimitados e seção transversal do fio é resultante na soldagem, obrigando o material a passar através de um cabeçote sob condições de pressão e temperatura controladas. A figura abaixo demonstra o fio de cobre sendo encapado.

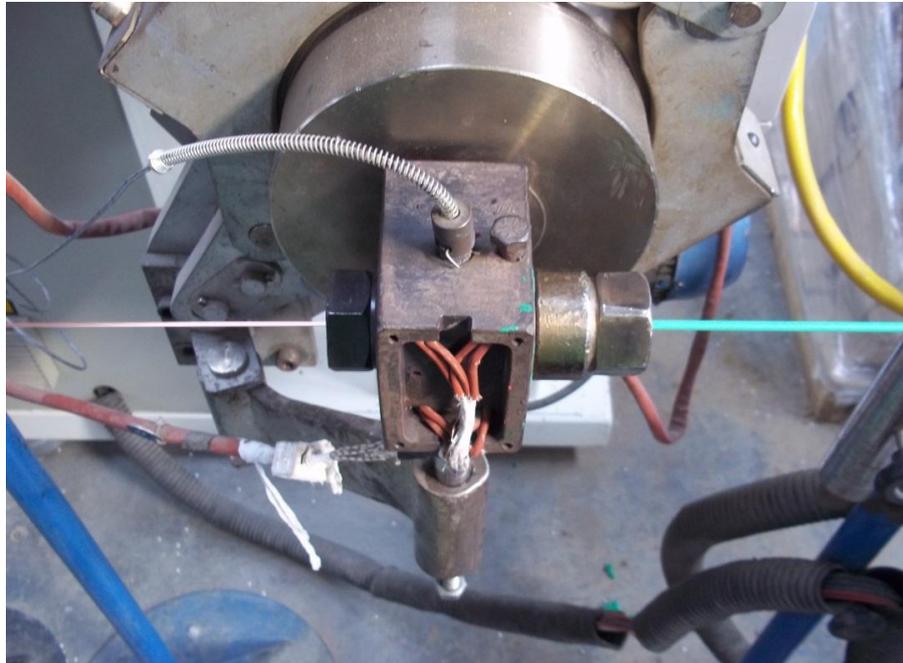


Figura 5 – Passagem do Cobre pela Fieira dentro do cabeçote

Quando o cobre receber a camada de PVC, o fio encapado sai com elevada temperatura, e segue para um tanque com água, onde ocorre o resfriamento do cabo.

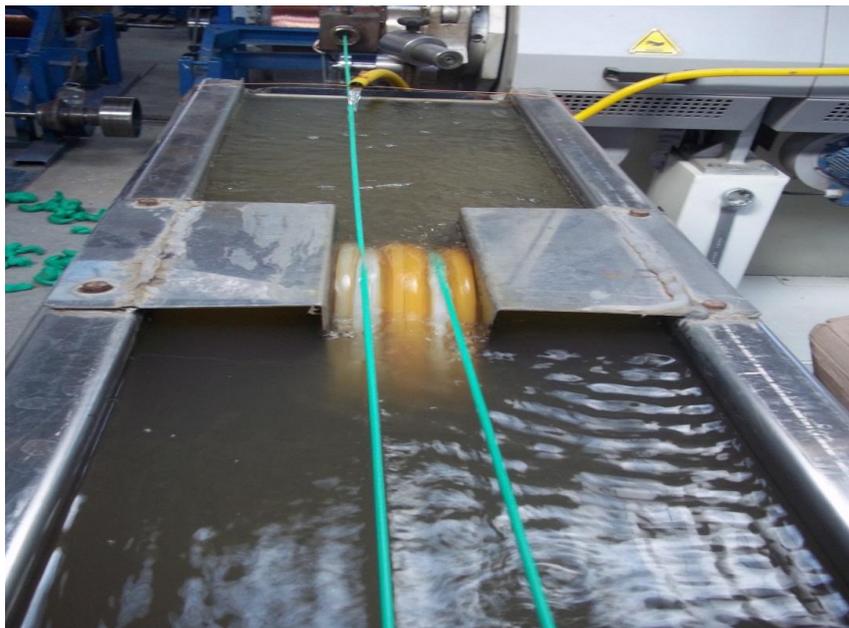


Figura 6 – Resfriamento do Cordão encapado

Ao sair do tanque de resfriamento, o fio passa pelo processo de bobinamento, no qual é enrolado em bobinas a fim de evitar nós. Os rolos são formados por 5 mil metros de fio de cobre.



Figura 7 – Formação da bobina de fio encapado

Os rolos de 5 mil metros de comprimento são desenrolados para rolos menores com 100 metros de comprimento, conforme mostra a figura abaixo.



Figura 8 – Máquina formadora do rolo menor

4.1.4 Linha de Retrabalho

É nesta etapa da produção onde são identificados os problemas com a qualidade dos fios encapados, o departamento de qualidade analisa em cada turno de produção, e quando surge o defeito é retirada a parte danificada fazendo rolos de menor comprimento.

4.1.5 Expedição

Terminada a análise de qualidade dos fios e dos cabos elétricos são armazenados aguardando a expedição. Caso ocorrer um acidente nesta etapa todo o produto volta para a análise de qualidade. Com o auxílio de uma máquina empilhadeira são retirados os produtos das áreas de armazenamento até as os caminhões, e seguindo o produto até os clientes, conforme figura abaixo.



Figura 9 – Produto embalado

Quando o cliente detecta um defeito em algum rolo de fio e cabo, a empresa solicita que seja devolvido este material indústria, a fim de verificar se poderá entrar na linha de retrabalho.

6. METODOLOGIA

Para a aplicação da metodologia Seis Sigma na indústria de fios e cabos elétricos, a estratégia foi dividida em cinco partes também chamada de DMAIC onde consistiu em definir o problema na indústria, medir a situação atual, analisar o problema, melhorar a situação, e controlar a situação, todas estas etapas estavam com o compromisso de reformular uma estrutura organizacional na empresa. Em primeiro momento os diretores por meio de uma reunião definiram os integrantes da equipe Seis Sigma, em seguida foi analisada cada etapa do processo produtivo conforme o ciclo DMAIC e foi constatado que haveria a necessidade de controlar e minimizar a geração de resíduos, para isso necessitava ajustar a sequência correta de cor durante a aplicação do corante. Quanto aos resíduos foi analisada a geração em cada setor, e calculado os custos com a destinação final e os revelado por meio dos gráficos. E para minimizar a quantidade de borra de PVC a empresa implantou uma máquina a fim de triturar o resíduo.

7. RESULTADOS

7.1 A Implantação do Seis Sigma

Conforme verificação da estrutura da empresa número de funcionários, a função de cada um, e as etapas do processo produtivo, ocorrendo a formação da equipe Seis Sigma.

Total de funcionários: 50

Funcionários na área administrativa: 10, sendo 1 gerente de produção, 1 gerente administrativo e 1 gerente financeiro.

O quadro abaixo demonstra a formação da equipe.

Black Belt	Gerente Administrativo
Green Belts	01 responsável por cada etapa do processo produtivo
<i>Champion</i>	Gerente de Produção

Quadro 1- Formação Equipe Seis Sigma

Após análise de todas as etapas do processo produtivo, houve trinta horas de palestra com o *Champion* para o grupo de Green Belts, posteriormente foi aplicado o ciclo DMAIC e a suas cinco fases:

7.1.1 Definição

Quando sair alguma etapa a produção com defeito, ou seja, com defeito, será realizado o levantamento exato de quanto foi produzido errado e passado para o gerente de produção, para poder saber quanto é necessário de matéria prima para produzi-la novamente. Depois de feito isso é passado para o setor de compras fazer o pedido para o fornecedor de cobre, o qual irá entregar essa matéria num prazo de três a quatro dias, e enquanto não chega essa matéria prima a máquina segue em frente com a sua produção até a chegada da matéria prima necessária para poder produzir novamente aquela produção que saiu com defeito.

O problema detectado, são os custos com a destinação final dos resíduos de PVC oriundos da máquina extrusora.

7.1.2 Medir

Com a aplicação do método DMAIC foi possível notar que empresa possui pontos fortes e fracos, desfruta de oportunidades e ameaças oferecidas pelo ambiente externo, reconhecendo suas limitações, buscando otimizar e manter os pontos favoráveis, visando também melhorar as questões prejudiciais à organização, eliminando-as de seu cotidiano de médio à longo prazo, foi verificado o maior custo que a empresa tinha era com a destinação final dos resíduos, ou seja, com o borra de PVC, portanto realizando uma pesquisa de campo com observação do trabalho do gerente de produção, com o detalhamento no processo para o aproveitamento da sobra de matéria prima já utilizada, isto é, analisar, planejar e controlar a quantidade de matéria Policloreto de Vinila (PVC) desperdiçada em cada vez que é trocada de cor. Foi verificado que essa matéria era simplesmente amontoada e vendida como resíduo para uma empresa de reciclável, causando uma grande perda de material, assim identificando o problema.

Sobre o desperdício de PVC, o gerente de produção explicou que isso era normal do processo, sendo que quando acaba a produção de determinada cor é

7.1.3 Analise

Foi verificado que a cada troca de cor gerava resíduo em media 20 quilos de borra de PVC.

Diariamente é necessário limpar a máquina extrusora, e retirar toda matéria da cor anterior de para que possa colocar a nova matéria prima com a próxima cor exigida na produção. Este processo ocorria em media de 5 trocas de cor por dia, e durante um mês totalizava 435 trocas de cores nas três maquinas juntas.



Figura 10 – Borra de (PVC), saindo da cor azul para o verde

A indústria utilizava por mês media 225.000 Kg de PVC, e cada uma das três maquina trabalham com 70% de sua capacidade de produção, e com isso gerava um consumo de 170 kg/hr de PVC dando um total de 510 kg/hr nas três maquinas, as maquinas trabalham diariamente em media 17 horas e 29 dias ao mês, pois se perde tempo na troca de turno e também na troca de produção e manutenção da maquina.

O gráfico 1 demonstra a comparação entre a capacidade de produção máxima com a capacidade utilizada nas maquinas em quilos da matéria PVC. No período de 1 mês.

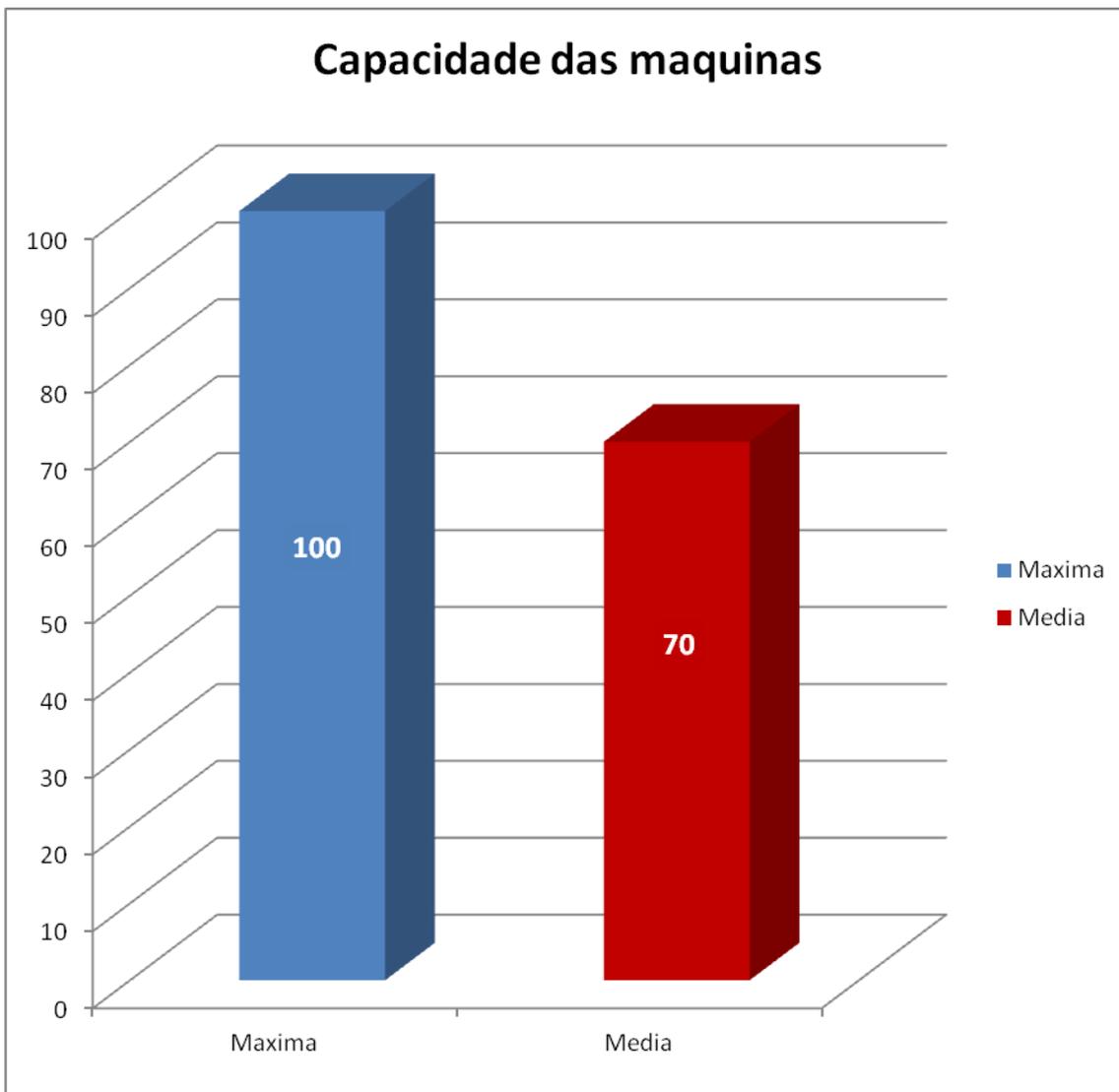


Gráfico 1 – capacidade de produção em quilos de Policloreto de Vinila (PVC).
Fonte: Dados fornecidos pela indústria

Foi verificado que a cada troca de cor era considerado como resíduo em media 20 quilos de borra de PVC saia de cada máquina.

7.1.4 Melhoria

Para melhorar o processo produtivo profissional Green Belts

Após identificado que a destinação final borra como resíduo gerava custos, a alternativa estabelecida pela equipe Seis Sigma foi adquirir uma maquina que triturasse a borra de PVC. Abaixo segue a figura da máquina para triturar.



Figura – Máquina para triturar a borra de PVC



Figura – Borra de Policloreto de Vinila (PVC) triturada

Esta foi a maneira de retornar o que foi resíduo considerado, como matéria prima ao processo produtivo. Os gráficos abaixo, revelam a quantidade em quilo de PVC utilizado e de resíduos gerados durante um mês de operação da indústria.

O gráfico 3 demonstra quanto custa o composto de PVC utilizado na produção e quanto custa esse desperdício do PVC que ocorre em cada troca de produção dentro de um mês.

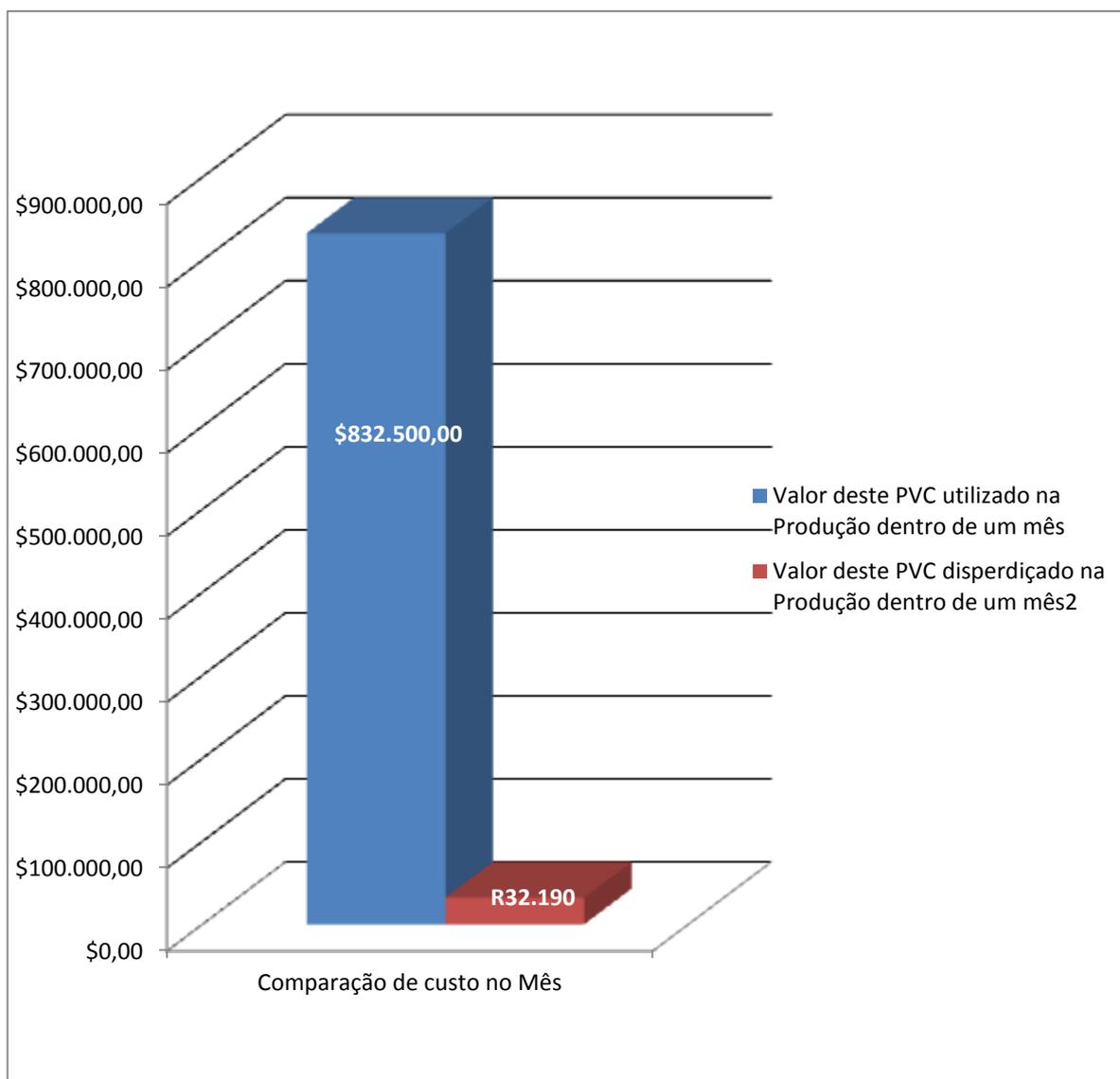


Gráfico 3 - gráfico demonstrativo de custo de matéria Policloreto de Vinila (PVC).

7.1.5 Controle

Para obter o controle dos bons resultados da implantação do seis sigma

O gráfico 4 demonstra a comparação do desperdício de PVC antes e depois da implantação da estratégia seis sigma, dentro do período de um mês.

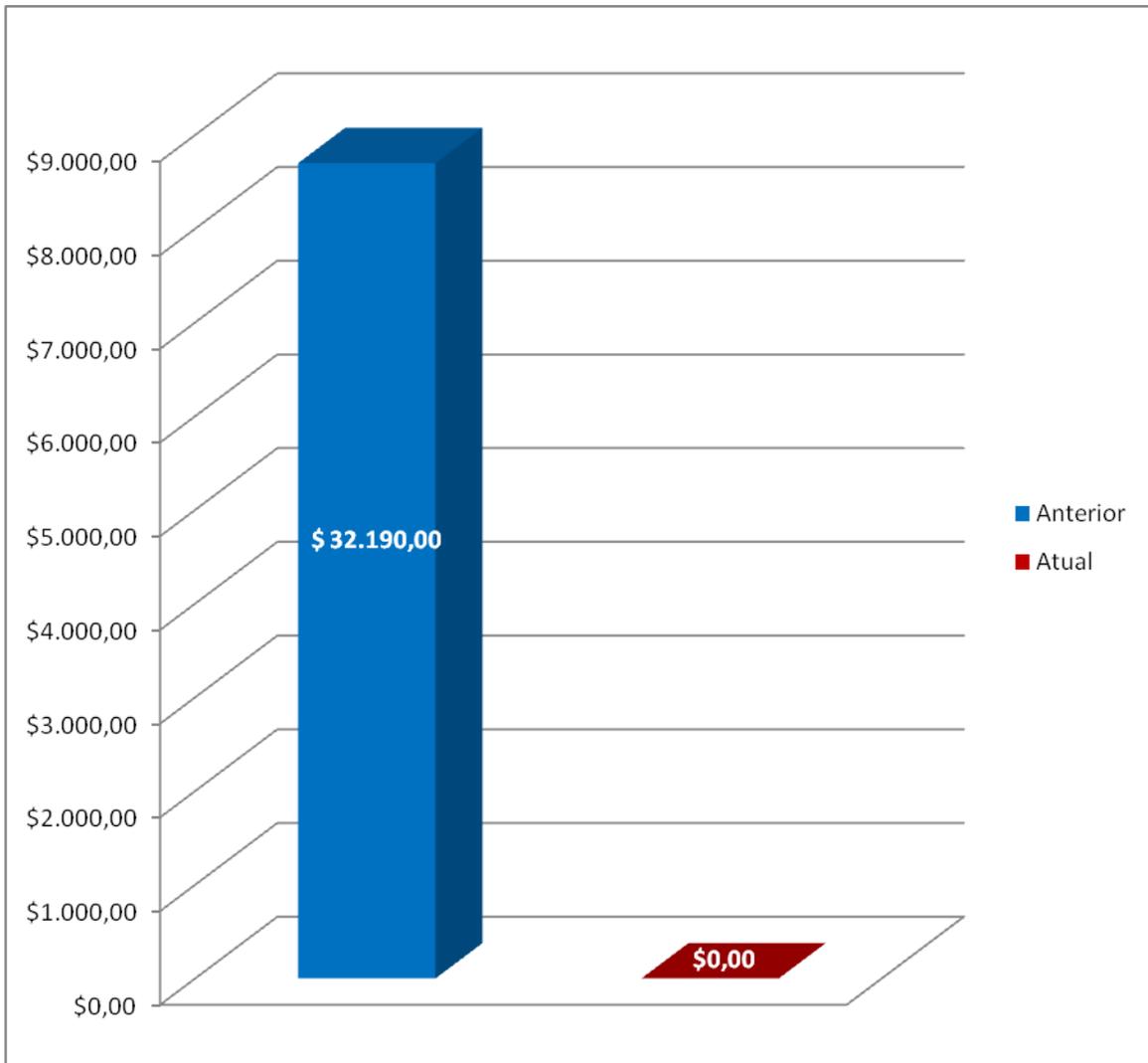


Gráfico 4 – Demonstrativo do antigo com o atual desperdício

Portanto a empresa obteve ganhos financeiros com a implantação da estratégia seis sigma.

Outra solução adotada foi determinar uma sequencia de cores, a fim de diminuir o contato entre as cores escuras com as claras.



A equipe Seis Sigma determinou que o acompanhamento dos resíduos gerados pela indústria será feito através de relatórios mensais, onde os dados deverão ser coletados diariamente pelos próprios funcionários. Os resíduos serão

quantificados em volume ou em peso, dependendo de suas características, bem como deverá ser especificada a sua origem.

Uma vez a cada mês o relatório será entregue a um técnico responsável. É função deste, analisar o relatório observando se houve ou não um aumento ou uma diminuição no volume de resíduos gerados. No caso de aumento desse volume, o técnico deverá investigar suas causas e procurar soluções para o problema.

Em cada etapa do processo a empresa adotou medidas de controle na geração de cada tipo de resíduo, no caso dos recicláveis e que não poderiam voltar ao processo produtivo seriam encaminhados para uma empresa de reciclagem. No caso do cobre, este material está sendo comercializado com a empresa de reciclagem, entretanto a equipe seis sigma demonstrou interesse em adquirir uma máquina para transformá-lo em fio de cobre nu.

O quadro abaixo mostra os resíduos gerados na produção.

Processos		Resíduos Gerados
Trefilação	Desbobinamento	- Palet (madeira)
		- Papelão
		- Fita de aço /nylon
	Recozimento	- Água com óleo
	Bobinamento	- Cobre (sucata)
	Identificação	- Papel de etiqueta
		- Papelão
		- Plástico
		- Plástico
		- Palet (madeira)
		- Cobre (sucata)
	Soldagem	
	Extrusão	- Borra (sucata)
		- Cobre (sucata)
Resfriamento	- Estopa	
Puxamento do fio (cabrestante)		

Linha de Junção	Receber material da expedição	
	Junção	- Plástico
		- Papel
		- Fio (sucata)
Liberação e identificação		
Linha de Retrabalho	Receber Material do Departamento da Qualidade/ Produção	
	Triagem de acordo	
	Identificação do material	
	Retrabalhar	- Papel
		- Plástico
- Fio (sucata)		

Quadro 2 - Resíduos gerados na produção

Quando a empresa ampliar ou modificar uma etapa do processo produtivo, teve seguir o programa de minimização de resíduos, o qual passa pela análise de dois aspectos principais: a redução de resíduos na fonte geradora e a reciclagem de resíduos utilizando a máquina trituradora.

No primeiro caso, o treinamento de pessoal por meio de programas de educação ambiental e a segregação dos resíduos para um possível reaproveitamento futuro são mudanças de procedimentos e práticas operacionais especialmente importantes na minimização de resíduos na fonte.

8. CONCLUSÃO

Embora a estratégia Seis Sigma seja normalmente implantada em grandes empresas, a indústria de fios e cabos elétricos obteve uma estrutura organizacional, a qual tomou iniciativa de identificar os problemas em cada etapa do processo produtivo, o custo com a destinação final dos resíduos de PVC, e elaborado um plano para gerenciar os demais resíduos. Devido ao curto período de tempo desde a implantação da estratégia seis sigma, não foi possível atribuir um valor sigma, porém a empresa deve empenhar-se em levar adiante a estratégia, treinando melhor os integrantes da equipe seis sigma, investir em novos equipamentos conforme a necessidade de cada setor produtivo, todas estas iniciativas voltadas a almejada melhoria contínua.

9. REFERÊNCIAS

ABNT/CB-25- *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. Comitê Brasileiro de Normas Técnicas, 2000.

AGUIAR, S. *Integração das Ferramentas de Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma*. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

BANAS - *Qualidade*, Artigo publicado n(a): edição no. 105, Fevereiro 2001.

BLAUTH, R. *Seis Sigma: uma estratégia para melhorar resultados*, Revista Fae Business, n.º.5, abr.2003. [www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_fae_business/n5/gestao_seissigma.pdf]

GEORGE, M. L. *Lean seis sigma para serviços*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004. 436p.

IMAI, M. *Kaizen, A Estratégia para o Sucesso Competitivo*, 5º edição, São Paulo: IMAM, 1994.

NBR ISO 9001. *Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos*, São Paulo, ABNT, 2000.

PANDE, P.; NEUMAN, R.; CAVANAGH, R. *Estratégia Six Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando o seu desempenho*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

ROTONDARO, R.G. *Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria dos processos, produtos e serviços*. São Paulo; Atlas, 2002.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. *Medição de desempenho e alinhamento estratégico: requisitos para o sucesso do Seis Sigma*. In. Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 7. 2005. Anais... São Paulo, SP, Ago. 2005.

SOUZA, L. F. N.; ELIAS, F. M.; VETTER, N. V., SANTOS, R. M.; SANTOS, T. T. *Seis Sigma Qualidade com Lucratividade*, Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Disponível em: <http:// www.siqueiracampos.com/pdf/b5.pdf>. Acesso em: 17/11/2011

TOLEDO, J.C. & CARPINETTI, L.R. *Gestão da Qualidade. A Fábrica do Futuro*, cap. 13, Editora Banas, 2000.

WATSON, G. H. *Seis sigma na gestão dos negócios*. Banas Qualidade, São Paulo, n.99, p.82-86, ago. 2000.

WERKEMA, M.C.C. *Criando a Cultura Seis Sigma*. Nova Lima: Werkema Editora, 2004.

WOMACK, J.P. & JONES, D.T. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimina o desperdício e cria riqueza*. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1998.