# Benefícios da Metodologia Seis Sigma na Redução de Custos: Estudo de Caso em uma empresa de Pneumáticos

**Ana Cristina de Faria** (USCS) - anacfaria@uol.com.br

**Aline Adriane Sabaine Adriane Sabaine** (USCS) - asabaine@bfbr.com.br

**Gustavo Rodrigues Ortega** (USCS) - gustavo.ortega@uol.com.br

**Resumo:**

*O objetivo deste trabalho é verificar de que maneira a Metodologia Seis Sigma pode minimizar custos e despesas, por meio da capacitação e utilização de ferramentas estatísticas, visando a otimizar processos e melhorar a qualidade de produtos e serviços. O estudo de caso desenvolveu-se em uma empresa do segmento de pneumáticos nipo-americana, em que o problema detectado foi o alto dispêndio de tempo no processo de cadastro de peças de manutenção, com a aplicação do DMAIC e a utilização de ferramentas como Gráfico de Pareto, Mapa de Processo, Causa e Efeito, MSA e Análise da Capacidade. Foi possível detectar as falhas que continham no processo de cadastro e solucioná-las, em que por meio da Metodologia houve a automatização do processo, que antes era realizado de forma manual, com o preenchimento de formulários. A duração deste processo de cadastro foi reduzida de 120 dias para 15 dias, além da obtenção de benefícios econômico-financeiros de aproximadamente R$ 66.000,00, alcançados pela redução dos custos do processo.*

**Palavras-chave:** *Benefícios; Custo; Seis Sigma*

**Área temática:** *Abordagens contemporâneas de custos*

# Benefícios da Metodologia Seis Sigma na Redução de Custos: Estudo de Caso em uma empresa de Pneumáticos

**RESUMO**
O objetivo deste trabalho é verificar de que maneira a Metodologia Seis Sigma pode minimizar custos e despesas, por meio da capacitação e utilização de ferramentas estatísticas, visando a otimizar processos e melhorar a qualidade de produtos e serviços. O estudo de caso desenvolveu-se em uma empresa do segmento de pneumáticos nipo-americana, em que o problema detectado foi o alto dispêndio de tempo no processo de cadastro de peças de manutenção, com a aplicação do DMAIC e a utilização de ferramentas como Gráfico de Pareto, Mapa de Processo, Causa e Efeito, MSA e Análise da Capacidade. Foi possível detectar as falhas que continham no processo de cadastro e solucioná-las, em que por meio da Metodologia houve a automatização do processo, que antes era realizado de forma manual, com o preenchimento de formulários. A duração deste processo de cadastro foi reduzida de 120 dias para 15 dias, além da obtenção de benefícios econômico-financeiros de aproximadamente R$ 66.000,00, alcançados pela redução dos custos do processo.

**Palavras-chave**: Benefícios; Custo; Seis Sigma.

**Área Temática:** 7. Abordagens contemporâneas de custos

## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças constantes no mercado e a participação mais ativa dos consumidores, nos últimos anos, na visão de Santos e Martins (2010), têm pressionado as organizações a buscarem constantemente, a redução de custos e despesas, a diminuição de desperdícios, o aumento na qualidade de seus produtos ou serviços, e ainda garantir entregas em prazos mais curtos. Em virtude destes desafios, as organizações são obrigadas a buscar a melhoria contínua de seus processos para garantir sua sobrevivência no ambiente competitivo no qual estão inseridas (NAIR; MALHOTRA; AHIRE, 2011).

Por meio da utilização da Metodologia Seis Sigma, é possível atingir tais objetivos, já que, na visão de Lee e Choi (2006), sua prática baseia-se na melhoria de processos, por meio da diminuição ou eliminação de incidência de defeitos ou falhas e a variabilidade nos processos. A finalidade desta metodologia é a melhoria de processos e, como consequência, obter a redução de custos e despesas, por meio, principalmente da eliminação de desperdícios, da redução de tempo na realização de atividades, redução de ociosidade e, principalmente, erradicar o custo da não qualidade (PARAST, 2011).

De acordo com Coronado e Antony (2002), a Metodologia Seis Sigma é uma estratégia usada para alcançar melhores resultados e obter a melhor lucratividade do negócio, eliminar refugo, reduzir custo da qualidade e melhorar a eficiência e eficácia de todas as operações; assim como encontrar, ou mesmo exceder às expectativas e necessidades dos clientes.

Apesar de o foco da Metodologia Seis Sigma estar diretamente ligado à Gestão da Qualidade, um fator que motiva as empresas a implementarem esta metodologia, é aumentar sua eficiência. Shafer e Moeller (2012) comentam que a Motorola foi a idealizadora da metodologia; mas, de acordo com Andrietta e Miguel (2002), uma empresa que destacou-se em sua implementação da referida metodologia foi a General Electric.

Conforme Maestrelli e Miguel (2001), outras organizações, também obtiveram sucesso em seus programas Seis Sigma, tais como a Motorola, Allied Signal, Texas, Asea

Brown Boveri, Black & Decker, Bombardier, Dupont, Dow Chemical, Federal Express, Johnson & Johnson, Kodak, Navistar, Polaroid, Seagate Technologies, Siebe Appliance Controls, Sony e Toshiba.

Na visão de Shafer e Moeller (2012), os elementos-chave da metodologia envolvem um foco nas necessidades dos clientes e melhoria dos processos, em alguns momentos por meio da redução da variação inerente aos processos, visando a gerar resultados econômicos positivos. Com o uso da Metodologia Seis Sigma, em sua pesquisa, Foster Jr. (2007) encontrou efeitos significativos no desempenho econômico-financeiro, analisando indicadores, tais como custo por dólar de venda; EBITDA; vendas e número de empregados.

Diante desse contexto, este trabalho foi estruturado de modo a responder a seguinte pergunta: Como a Metodologia Seis Sigma pode ser aplicada nas organizações, visando a minimizar custos e despesas e, consequentemente, obter a otimização de processos produtivos ou administrativos? Para responder a esta questão, o objetivo deste trabalho é verificar de que maneira a Metodologia Seis Sigma pode minimizar custos e despesas, por meio da capacitação e utilização de ferramentas estatísticas, visando a otimizar processos e melhorar a qualidade de produtos e serviços.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 A Metodologia Seis Sigma

A Metodologia Seis Sigma é focada na eliminação dos defeitos dentro de uma organização, visando a maximizar sua eficiência, aumentando a qualidade dos produtos, bem como proporcionando aos seus clientes um serviço/produto próximo da perfeição (SANTOS, 2013). Esta metodologia surgiu no início de 1987, na empresa Motorola, a partir do momento em que seus profissionais começaram a realizar estudos sobre os conceitos estabelecidos por W. Edwards Deming, o “papa da qualidade”, a respeito da variabilidade dos processos de produção, pois tinham o intuito de melhorar o desempenho por meio da análise de tais variações (HENDERSON; EVANS, 2000).

O fator motivacional da empresa Motorola, era solucionar o crescente aumento de reclamações devido à ocorrência de falhas nos produtos eletrônicos manufaturados, dentro do período de garantia. Isto motivou a empresa a adotar o desafio de alcançar um desempenho de produtos livres de defeitos e tinha como alvos principais: o aumento da confiabilidade do produto final e a redução de perdas (SENAPATI, 2004).

As necessidades de entender e reduzir as variações são maiores que apenas estimá-las (CAMPOS, 2003). Esta abordagem muda à forma de gerenciamento, pois as decisões passam a ser baseadas em dados e, não apenas, em intuição ou sentimentos. A origem do termo Seis Sigma veio do nome de um parâmetro utilizado na área da estatística para medir a dispersão de dados e significa redução da variação no valor final de um processo entregue aos clientes numa taxa de 3,4 falhas por milhão ou 99,99966% de perfeição (ROTONDARO *et al.*, 2006).

**Tabela 1:** Nível Sigma *vs* Capabilidade de Processo

| Nível Sigma | Defeitos por milhão de oportunidades | Rendimento |
|---|---|---|
| 6 Sigma | 3,4 | 99,9997% |
| 5 Sigma | 233 | 99,977% |
| 4 Sigma | 6.210 | 99,379% |
| 3 Sigma | 66.807 | 93,32% |
| 2 Sigma | 308.537 | 69,2% |
| 1 Sigma | 690.000 | 31% |

Fonte: George (2002)

Por meio da Tabela 1, é possível verificar os benefícios que cada nível Seis Sigma, proporciona a organização em relação aos defeitos e o % de perfeição existente no processo. Na Figura 1, é possível verificar um processo Seis Sigma, em que o resultado, na visão de Wilson (2000), tem em média (μ) de 3 sigma, pois a curva normal esta distribuída entre os limites inferior e superior de μ+3σ onde representam uma porcentagem de 99,73%.

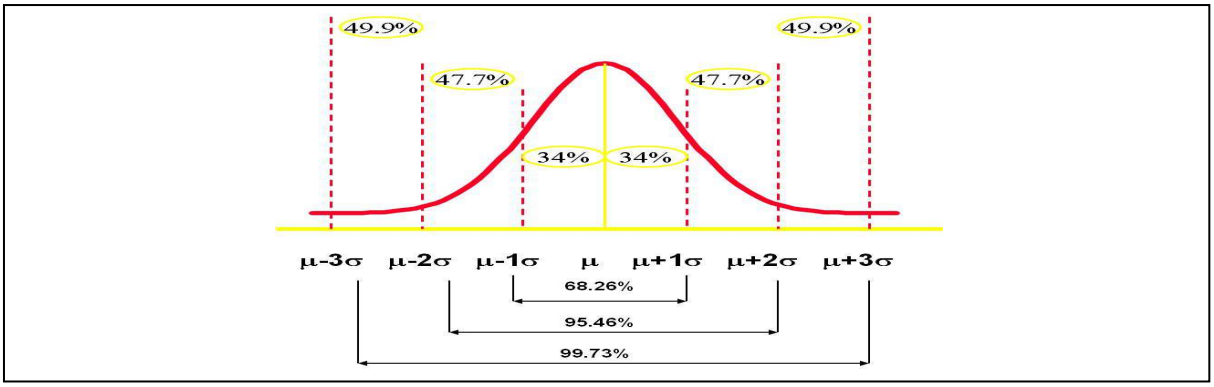


**Figura 1:** Distribuição normal - Seis Sigma
Fonte: Adaptada de Wilson (2000)

De acordo com Campos (2003), "quando o sigma é baixo, 1 ou 2, significa que as taxas de falhas são elevadas. Quando o sigma é alto, 5 ou 6, as falhas são raras". Além de a análise estatística ser muito importante na Metodologia Seis Sigma, outro ponto primordial de sucesso é o treinamento e desenvolvimento dos envolvidos no projeto.

## 2.2 Treinamento

A implantação do projeto deve ser executada por uma equipe de especialistas que possuem a capacidade de pensar estatisticamente, para determinar a verdadeira causa dos problemas (PYZDEK, 2003). Essa equipe irá atuar como agente de mudança, por meio da aplicação e esclarecendo quanto ao uso das ferramentas.

Existe uma hierarquia na composição da equipe responsável pelo Seis Sigma, em que a graduação é baseada nas artes marciais: a) *Champion* - Diretores e Gerentes que definem os projetos e suas prioridades, onde são responsáveis pelo acompanhamento e revisão do projeto; b) Mestre Faixa Preta (*Master Black Belt*) - Supervisores capacitados em suas áreas; c) Faixa Preta (*Black Belt*) - Chefes que analisam e controlam os processos; d) Faixa Verde (*Green Belt*) - Auxiliar do Faixa Preta; e e) Faixa Branca (*White Belt*) – Profissionais de nível operacional que darão suporte aos *Green Belts* e *Black Belts* (SCHROEDER et al., 2008).

De acordo com Santos (2013), como Seis Sigma é uma estratégia de negócios, todas as pessoas que compõem a organização devem estar envolvidas, independentemente de seus cargos e funções, sendo respeitados diferentes níveis de aprofundamento. Por meio do treinamento, os envolvidos são capacitados a utilizar as ferramentas que mensuram e identificam os possíveis erros e/ou falhas nos processos, o qual faz parte do Ciclo DMAIC.

## *2.3 Ciclo DMAIC*

O Ciclo DMAIC, em resumo, pode ser definido como um roteiro a ser seguido pela equipe Seis Sigma, onde em cada etapa existem ferramentas específicas e apropriadas para cada projeto (SCHROEDER et al., 2008). Estas ferramentas têm a finalidade de testar os dados para obter, efetivamente, o causador do problema, o qual deseja ser solucionado. Pande (2001) considera este ciclo como um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial. É singularmente impulsionado por uma estreita

compreensão das necessidades dos clientes, pelo uso disciplinado de fatos, dados e análise estatística e a atenção diligente à gestão, melhoria e reinvenção dos processos de negócios.

Para alcançar as melhorias e obter resultados, a empresa utilizou as ferramentas que, de acordo com Rotondaro *et al* (2006), são rigorosas; em que o Seis Sigma utiliza métodos estatísticos para Definir, Medir, Analisar, Incorporar e Controlar (DMAIC), os processos produtivos ou administrativos, com o intuito de alcançar etapas ótimas e que gerará no ciclo de melhoria contínua.

Utilizando as ferramentas estatísticas, é possível obter melhorias no processo em pontos que agregam valor. Na visão de Hilton e Sohal (2012), existe um encadeamento entre as etapas do DMAIC, em que só será executada uma etapa após a finalização da anterior, pois permite uma melhor compreensão dos processos. As principais ferramentas estatísticas utilizadas neste estudo estão descritas a seguir:

a) Pareto: É um tipo de gráfico em barras, cujo objetivo é priorizar as causas da não conformidade de um processo. Conforme Marshall Jr. *et. al.* (2003), essa ferramenta teve origem nos estudos com italiano Vilfredo Pareto, em que o princípio desenvolvido foi 80/20, em que 80% dos problemas estão concentrados em 20% das causas;

b) Diagrama de Causa e Efeito: De acordo com Eckes (2001) este diagrama, também conhecido como Gráfico de Ishikawa ou Espinha de peixe, identifica as causas dos possíveis efeitos e classifica em categorias úteis;

c) FMEA (*Failure Mode and Effect Analyses):* De acordo com Aguiar (2006), esta ferramenta é utilizada usualmente para descobrir, visualizar e priorizar as causas do problema. Conforme Helman e Andery (1995), o FMEA em resumo é a Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos, ou seja, é uma forma de detectar e possibilitar a eliminação de potenciais falhas. Esta ferramenta é importante, porque a equipe Seis Sigma pode focar no planejamento de ações preventivas, por meio dos resultados obtidos nos pontos que se espera que produzam os melhores efeitos; e

d) MSA (*Measurement Systems Analysis*): É considerada uma ferramenta usada para quantificar o grau de confiabilidade das informações geradas por sistemas (medição, inspeção) ou registros usados pela empresa (WERKEMA, 2002). De acordo com Pande (2001), provavelmente, o sistema de medição é o maior investimento que a organização pode fazer em um projeto Seis Sigma, estando atrás somente do treinamento.

## 2.4 Impacto da Metodologia na Redução de Custos

A Metodologia Seis Sigma tem como uma de suas prioridades, o aumento da rentabilidade em que, de acordo com Antony e Bañuelas (2002), “o programa concentra grande esforço na redução dos custos da qualidade e no aperfeiçoamento da eficiência e da eficácia de todas as operações que visam a atender as necessidades dos clientes”. Para Werkema (2002), a Metodologia Seis Sigma pode ser definida como uma estratégia gerencial, cuja finalidade é aumentar drasticamente a lucratividade das empresas, por meio da satisfação dos clientes e consumidores, devido à melhora na qualidade de produtos e processos.

A precursora General Electric teve o caso de maior notoriedade com a implantação do Seis Sigma, em que conseguiu considerável crescimento na margem do lucro operacional (ANTONY; BAÑUELAS, 2002). De acordo com Campos (2003), as indústrias americanas gastam com desperdícios, pois como trabalham, em média, um nível de 3 a 4 sigmas, tentam “disfarçar”, os problemas internos, como não conseguem, tendo como consequência um desgaste da imagem e perda de cliente. Esse autor considera que o custo da não qualidade (custo associado à impossibilidade de produzir e entregar 100% de produtos e/ou serviços corretos a seus clientes) esteja em torno de 15 a 30% do faturamento das empresas.

Dessa forma, é que a Metodologia Seis Sigma pode contribuir para a melhoria da qualidade e, como consequência, para a melhora da imagem organizacional perante o

mercado e seus clientes, pois elimina defeitos, melhora os processos e reduz sua variabilidade, com a redução destes custos, há uma melhoria substancial nos resultados financeiros (PFEIFER; REISSIGER; CANALES, 2004). O Quadro 1 apresenta o impacto financeiro em relação aos diversos níveis sigma de capacidade:

| Nível Sigma | Custo da Qualidade |
|---|---|
| 2 Sigma | Não se aplica |
| 3 Sigma | 25 a 40% das vendas |
| 4 Sigma | 15 a 25% das vendas |
| 5 Sigma | 5 a 15% das vendas |
| 6 Sigma | < 1% das vendas |
| Cada variação do nível sigma acarreta uma melhora de 10% na receita líquida. | |

**Quadro 1:** Nível Sigma *vs* Custo da Qualidade.
Fonte: Harry (2000)

Por meio da utilização desta Metodologia, de acordo com Thawani (2004), é possível melhorar a imagem da empresa, pois está atrelada à qualidade e durabilidade de seus produtos, além de satisfazer os três mais importantes membros envolvidos no negócio: a) Funcionários: Com a melhoria do processo, além de benefícios que a empresa poderá fornecer aos envolvidos na implantação de um processo; b) Clientes: Por meio da melhoria na qualidade dos produtos e serviços, os clientes ficam mais satisfeitos com a empresa, e; c) Proprietários / Acionistas: Devido aos melhores resultados da empresa, ficam mais satisfeitos; a empresa obtém maior credibilidade no mercado e incentiva a aquisição das ações por novos acionistas. Portanto, é possível afirmar que a Metodologia Seis Sigma entrelaça a lucratividade a qualidade e satisfação de clientes (PFEIFER; REISSIGER; CANALES, 2004).

## 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Nesta pesquisa, cujo caráter é exploratório, uma vez que, a partir de uma deficiência identificada na operação de cadastro de itens de almoxarifado na Empresa XYZ, gerou o estudo que visa a identificar as causas e corrigi-las. A escolha pela utilização de apenas um estudo de caso tem objetivo de manter o foco, facilitando as interpretações e a compreensão da ferramenta o qual está sendo utilizada.

De acordo com Martins (2006, p11), o estudo de caso, utilizado como estratégia de pesquisa, irá direcionar na busca de explicações e interpretações convincentes para situações que envolvam fenômenos sociais complexos, e a construção de uma teoria explicativa do caso, que possibilite condições para fazer interferências analíticas sobre proposições constatadas no estudo e outros conhecimentos encontrados.

Conforme Yin (2005, p.32), para justificar a escolha de um estudo de caso único, existem alguns fundamentos básicos, e este método é viável, já que esta pesquisa gera revelações de ordem científica. A coleta e análise de dados iniciaram em março de 2012 e duraram até meados de junho de 2012. Durante este período, os processos foram mapeados com o objetivo de identificar todos os *inputs* e *outputs* do processo, para que a ferramenta consiga ser utilizada de maneira correta e eficiente.

Para alcançar esta eficiência os dados utilizados nas análises devem ser confiáveis. Para isso, a Metodologia Seis Sigma apresenta a ferramenta conhecida como *MSA (Measurement Systems Analysis)*, cujo objetivo é qualificar os dados utilizados na pesquisa. Santos e Martins (2010) apresentaram estudos de casos em empresas multinacionais,

evidenciando as contribuições da referida metodologia, bem como Kumar; Antony; Cho (2009), que destacaram empresas que tiveram sucesso na implementação da metodologia.

## 4 ESTUDO DE CASO

Neste trabalho, a Metodologia Seis Sigma foi aplicada em uma empresa multinacional japonesa, que atua no ramo de pneumáticos. Devido à empresa não autorizar a divulgação de seu nome, no decorrer deste estudo será chamada de XYZ. Com aproximadamente 2.500 funcionários nas plantas localizadas em Santo André (SP) e Salvador (BA), a Metodologia está sendo difundida nas diversas divisões da empresa, cujo principal objetivo é minimizar e reduzir os custos/despesas nos processos produtivos e administrativos, para tornar-se mais competitiva no segmento de atuação.

### 4.1 Diagnóstico da situação

Devido ao alto dispêndio de tempo durante o processo de cadastro dos itens de almoxarifado, o qual estava em torno de 120 dias, e que como consequência havia: o aumento nos níveis de inventário de peças, compra em caráter de urgência, em que desta forma a empresa não desenvolvia e nem negociava preço com fornecedores, em que apenas adquiria a peça com o valor mais elevado, ou era obrigada a enviar a mesma para conserto e fazer o remanejamento de peças entre equipamentos, além de algumas vezes haver falta de peça para substituição.

Dessa forma, nota-se que o tempo era somente um indício de que o processo não estava sendo realizado de maneira adequada, onde a real razão pelo qual havia necessidade de corrigir esta falha era o custo oculto existente nesta operação, causado pelo atraso no cadastro dos itens de almoxarifado.

Todo o processo de cadastro era realizado de forma manual, que pode ser observado na Figura 2, a seguir, as informações necessárias eram preenchidas em um formulário de cadastro pelos responsáveis e a efetivação do mesmo no sistema era realizado pelo Departamento de Custos. O fluxo do processo é o seguinte:

- Requerente: Preenche o formulário com informações técnicas especiais e forma de política de compras;
- Departamento de Compras: Responsável pela informações necessárias para a definição de Política de estoque;
- Departamento Fiscal: Informações referentes à recuperação de imposto; e
- Almoxarifado: Responsável pela análise de itens duplicados e definição do código de identificação da peça de manutenção.

No referido formulário, os departamentos envolvidos incluíam as informações relevantes para o cadastro e encaminhavam para a próxima etapa, até o Departamento de Custos o qual era responsável pela abertura do Cadastro no sistema SAP®.

### 4.2 Análise do Processo de Cadastro – Metodologia Seis Sigma

Por meio do processo de afunilamento, ocorre a definição e o mapeamento das atividades envolvidas no processo de cadastro, por meio das ferramentas conhecidas como: *Pareto, Process Map, Cause & Effect, MSA e Capability*, o sucesso da Metodologia está em utilizar a ferramenta corretamente e a cada informação obtida, submetê-la a próxima etapa, para alcançar a verdadeira razão das falhas.

**Passo 1 -** *Pareto*: Nesta primeira etapa, foram realizados os primeiros estudos por meio da ferramenta conhecida como P*areto*, com os dados coletados: Tempo de cadastro por departamento (Figura 2) e Quantidade de itens cadastros por Tipo de Almoxarifado (Figura

3). Com a utilização de um programa estatístico denominado Minitab®, foi possível definir os dados mais relevantes para dar continuidade na pesquisa:

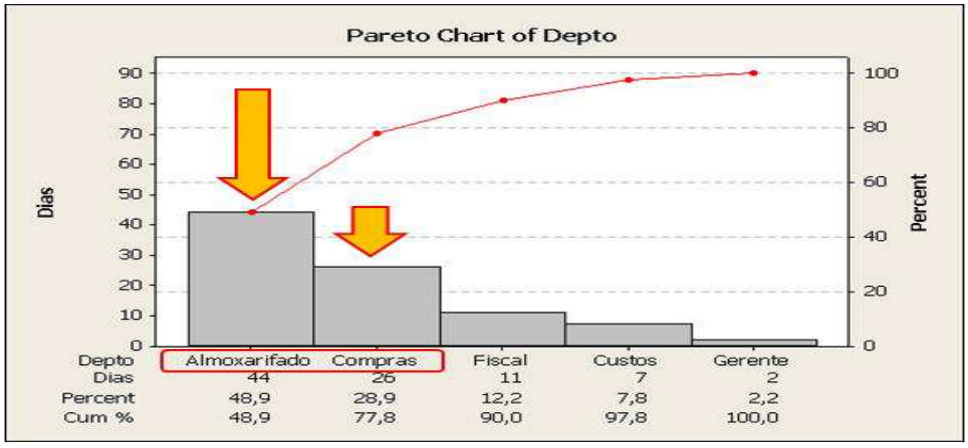


**Figura 2:** Tempo de Cadastro por departamento
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

O resultado obtido, que está sendo demonstrado na Figura 2, foi que os departamentos de Almoxarifado e Compras despendiam de mais tempo na realização do Cadastro. Para afunilar, ainda mais as informações foi realizada uma segunda análise, demonstrada por meio do Gráfico de Pareto, a seguir:

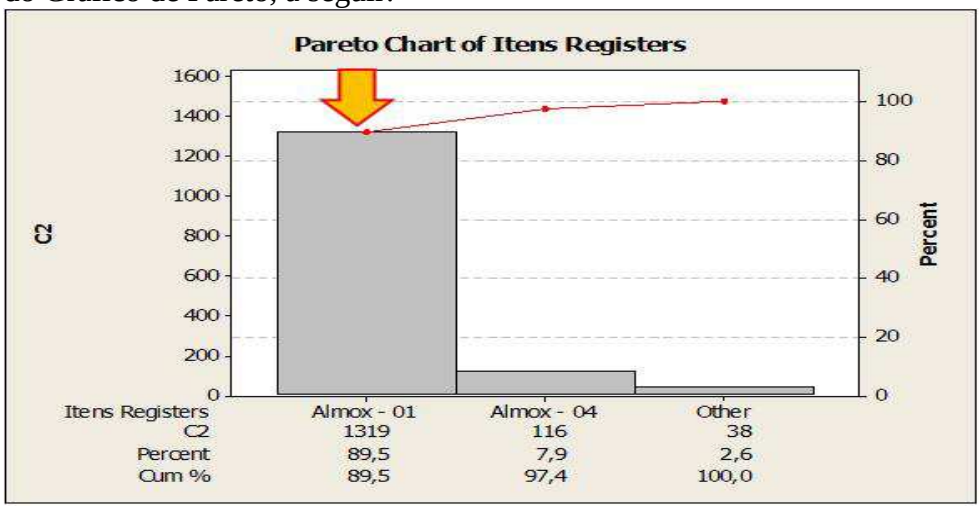


**Figura 3:** Quantidade de itens cadastrados por tipo de Almoxarifado
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

Por meio do segundo Gráfico de Pareto, foi possível identificar o tipo de almoxarifado que apresentava a maior demanda de itens para serem cadastrados, no qual foi detectado que o almoxarifado de peças de manutenção possuía a maior quantidade de itens cadastrados. Em resumo, o ponto de partida deste estudo devem ser as atividades desenvolvidas nos Departamentos de Almoxarifado e Compras, e o Almoxarifado 1, onde são armazenadas as peças de manutenção.

**Passo 2 -** *Process MAP*: Esta etapa analisa o fluxograma do processo de cadastro, para certificar que os resultados obtidos na etapa anterior são plausíveis e auxiliar na etapa subsequente, tal como se pode observar na Figura 4, a seguir:

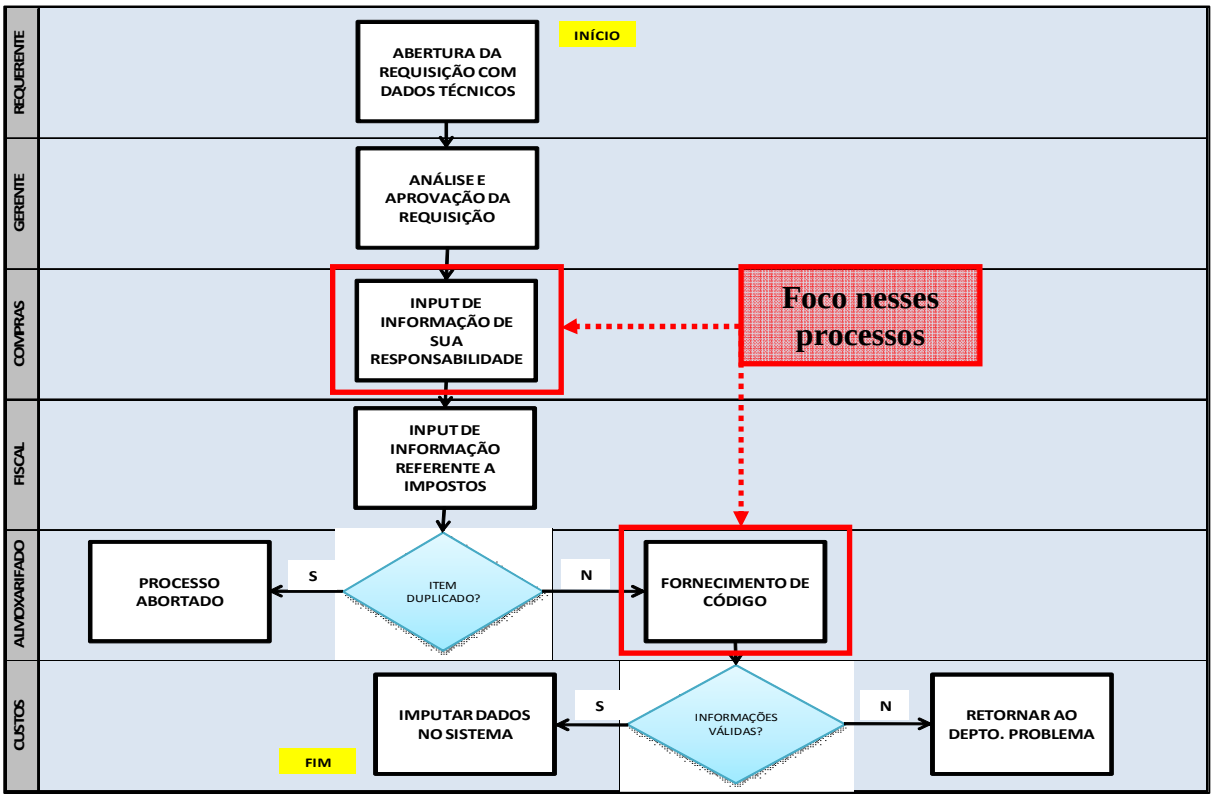


**Figura 4:** Fluxograma do processo de Cadastro
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

- Requerente: Inicia o processo devido à necessidade da abertura do cadastro (requisição com dados técnicos), para que o item possa estar disponível no almoxarifado de peças de manutenção, e é responsável pelas informações técnicas e a forma de política de compra;
- Gerente: Por meio da justificativa apresentada pelo Requerente, pode vetar ou permitir a continuidade no processo, portanto é responsável pela análise e aprovação do cadastro;
- Departamento de Compras: Realiza a cotação do item e identifica o tempo de reposição de peça (*Lead Time*);
- Departamento Fiscal: Informa se a peça recupera impostos, ou seja, somente se a peça estiver em contato direto com produto final originado pela empresa XYZ, ocorre à recuperação do imposto;
- Departamento de Almoxarifado: Avalia se já existem peças cadastradas em estoque com a mesma especificação que o requerente esta solicitando, se houver o processo é abortado, se não houver, o departamento fornece o código de identificação do item; e
- Departamento de Custos: Efetiva o cadastro, por meio da inserção das informações coletadas no SAP®.

Esta etapa é importante, pois irá evidenciar micro processos existentes, por meio do macro processo de cadastro, que está sendo apontado pelo Fluxograma. **Passo 3 –** *IPO (Input – Process – Output)*: Essa etapa soma os resultados apontados pelos Gráficos de Pareto e pelo fluxograma, ou seja, serão identificados os micro processos existentes no cadastro, somente

dos Departamentos de Compras e Almoxarifado, são chamados de *KPIV's (Key Process Input Variables):*

| Entradas (Inputs) | Tipo (Type) | Process (Processo) | Saída (Output) |
|---|---|---|---|
| Valorização do Produto | C | Compra do Produto | Informações para inserir no sistema com referência a dados de compra |
| Classificação do Produto | C | | |
| Grupo de Mercadorias | C | | |
| Lote mínimo ou múltipo | C | | |
| Dias para Entrega | U | | |
| Fornecimento de código de Almoxarifado | C/S | Cadastro do Produto | Informações confiáveis, para que o cadastro seja realizados corretamente |
| Análise de itens duplicados | C | | |
| Estoque mínimo | C | | |
| Estoque máximo | C | | |
| Ponto de Abastecimento | C | | |
| Estoque de Segurança | C | | |

**Quadro 2:** IPO – Apontamento das entradas – processo - saída
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

Foram apontadas no Quadro3, as seguintes informações: a) Entradas: São informações preenchidas pelos Deptos. de Compras e Almoxarifado, durante o processo de cadastro; b) Tipo: Demonstra se as entradas são consideradas, C – Controlável; U – Incontrolável ou S – Procedimento Padrão; c) Processo: objetivo da atividade; e d) Saídas: Informações ou dados obtidos com o preenchimento dos itens citados nas entradas, em outras palavras o que se espera destes departamentos com o preenchimento das informações contidas no cadastro, neste caso se espera que sejam confiáveis e completas. Por meio do levantamento das atividades realizadas pelos Deptos. de Compras e Almoxarifado, na realização do cadastro, foram identificados 11 *inputs*, ou seja, os possíveis causadores do alto dispêndio de tempo de cadastro, o qual serão testados na próxima etapa.

**Passo 4 -** Matriz de Causa e Efeito: Esta matriz analisa todos os 11 *inputs* encontrados na fase anterior, onde, por meio da determinação de pesos (9 – Tempo de redução de atividade, 6 – Informações corretas e 3 – Informações completas), são definidos os *inputs* que apresentam um impacto maior no processo de cadastro:

| Relatividade de Importância (10 é alto (bom) 1 é baixo) | | | 9 | 6 | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Requerimento de Clientes | Tempo de realização da atividade | Informações corretas | Informações completas | Total |
| Item # | Etapa do Processo | Processo de Entrada | Índices 1,3,9 - 9 alto influente (bom), em branco não há influência | | | |
| 7 | Cadastro do Produto | Análise de itens duplicados | 9 | 9 | 9 | 162 |
| 2 | Compra do Produto | Classificação do produto | 9 | 9 | 1 | 138 |
| 5 | Compra do Produto | Dias para entrega | 9 | 9 | 1 | 138 |
| 1 | Compra do Produto | Valorização do Produto | 9 | 3 | 1 | 102 |
| 6 | Cadastro do Produto | Fornecimento de código de Almoxarifado | 9 | 3 | 1 | 102 |
| 4 | Compra do Produto | Lote mínimo ou múltiplo | 3 | 3 | 3 | 54 |
| 8 | Cadastro do Produto | Estoque mínimo | 3 | 3 | 3 | 54 |
| 9 | Cadastro do Produto | Estoque máximo | 3 | 3 | 3 | 54 |
| 10 | Cadastro do Produto | Ponto de Abastecimento | 3 | 3 | 3 | 54 |
| 11 | Cadastro do Produto | Estoque de Segurança | 3 | 3 | 3 | 54 |
| 3 | Compra do Produto | Grupo de Mercadorias | 1 | 3 | 1 | 30 |
| | | Índice de Impacto dos requerimentos dos Clientes | 549 | 306 | 87 | |

**Figura 5:** Matriz Causa e Efeito
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

Nesta etapa de afunilamento dos 11 *inputs* analisados, foram encontrados 5 *inputs* o qual estão destacados na Figura 5, estes processos serão submetidos a outra ferramenta denominada FMEA, cujo objetivo é reduzir a quantidade de causas potenciais do atraso no Cadastro. **Passo 5** - *FMEA (Failure Model and Effect Analysis)*: é uma ferramenta que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo:

| Etapa do Processo | Item do Processo (Entrada) | Modo de Falha potencial | Efeito Potencial | S E V |
|---|---|---|---|---|
| Qual é a etapa do processo? | Qual é a entrada do processo? | Qual poderia ser a falha potencial? | Qual o impacto sobre as variáveis de saída (chave necessidades do cliente) ou requisitos internos? | Quão grave é o efeito para o cliente? |
| Cadastro do Produto | Estoque de Segurança | Falta ou excesso de peças no estoque | Produção parada ou Excesso de valor em estoque | 10 |
| Cadastro do Produto | Análise de itens duplicados | Cadastro duplicado | Gerar engano no momento de compra | 8 |
| Cadastro do Produto | Dias para entrega | Falta de peças no almoxarifado | Produção parada | 10 |
| Cadastro do Produto | Classificação de NCM do produto | Recolhimento de imposto incorreto | Multas ou maior pagamento de Impostos | 9 |

**Quadro 3:** FMEA – Parte I
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

| Etapa do Processo | Causas Potenciais | O C C | Controles atuais | D E T | R P N |
|---|---|---|---|---|---|
| Qual é a etapa do processo? | Qual a causa potencial da entrada com erro? | Qual é a periodicidade da causa ou ocorrência | Quais são os controles e procedimentos existentes (inspeção e teste) que impedem a causa ou o modo de falha? | É de fácil detecção? | |
| Cadastro do Produto | Informações imputadas no sistema sem planejamento de consumo | 9 | | 6 | 540 |
| Cadastro do Produto | Não conferência dos códigos abertos no sistema | 7 | Transação no sistema SAP | 7 | 392 |
| Cadastro do Produto | Causas naturais ou datas de entregas imprecisas informadas pelo fornecedor | 5 | | 5 | 250 |
| Cadastro do Produto | Falta de análise das informações recebidas do fornecedor | 8 | | 1 | 72 |

**Quadro 4:** FMEA – Parte II
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

Os resultados obtidos nesta etapa, destacados nos Quadros 3 e 4, demonstraram que o processo de análise de itens duplicados realizado pelo Departamento de Almoxarifado e Definição de *Lead Time***,** realizado pelo Departamento de Compras, são as causas potenciais para o alto dispêndio de tempo no processo de cadastro. Estes itens serão mais uma vez

submetidos a testes, desta vez, utilizando ferramentas estatísticas existentes no programa Minitab®, conforme demonstrado nas Figuras 6 e 7, a seguir.

**Passo 6 -** Confirmação do KPIV's, esta é a última etapa do processo de afunilamento, onde as possíveis causas determinadas nas fases anteriores serão testadas e poderão serem corrigidas ou descartadas.

| Variáveis (X's) | KPIV? | Confirmado com |
|---|---|---|
| 1 – Análise de Itens Duplicados | Sim | Anova – p = 0,000 |
| 2 – Definição do *Lead Time* | Sim | Anova – p = 0,024 |

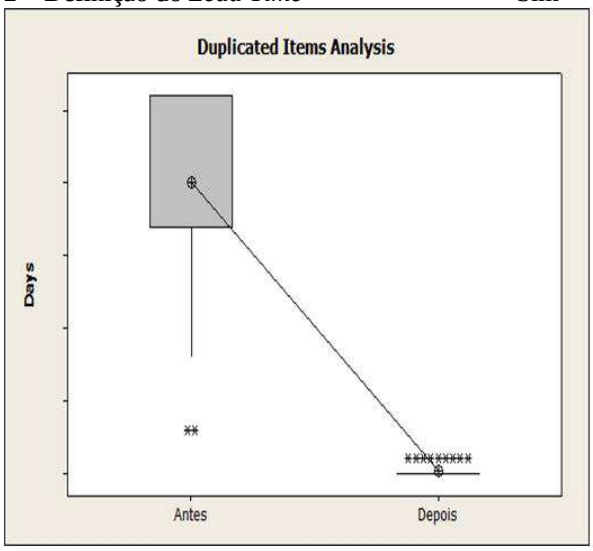


**Figura 6:** Análise de Itens Duplicados
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

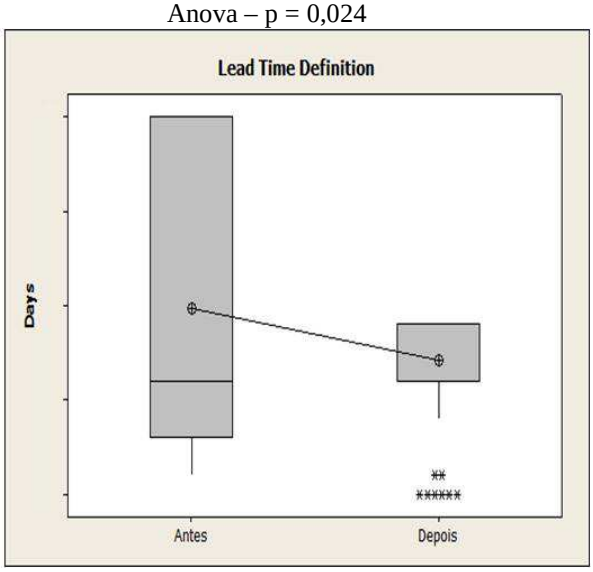


**Figura 7:** Definição do *Lead Time*
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

Para utilização desta ferramenta são coletados os dados antes e depois da implementação da melhoria no processo, o qual é definido pelo grupo Seis Sigma. Os dados são submetidos à ferramenta Anova (teste de hipótese), encontrada em um *software* estatístico chamado Minitab®. Os resultados obtidos abaixo de $p < 0,05$, são confirmados como causadores do problema, sendo o intervalo de confiança de aproximadamente 95%. Caso o p seja > 0,05 as hipóteses são descartadas.

Neste caso, as variáveis descritas nas Figuras 6 e 7, foram confirmadas como causadores do atraso no cadastro dos itens de almoxarifado, e como as melhorias já haviam sido implementadas para realização dos testes, a equipe deve desenvolver controles gráficos, para acompanhamento dos resultados. As contramedidas adotadas pela equipe Seis Sigma serão detalhadas no item 4.3.

## 4.3 Contramedidas adotadas

Para solucionar o problema de análise de itens duplicados realizado pelo Departamento de Almoxarifado, este procedimento passou a ser realizado pelo próprio requerente, o qual tem condições totais de realizar esta análise e, caso já exista esta peça cadastrada, o processo já é desconsiderado no início. Na Figura 8, segue novo fluxograma:

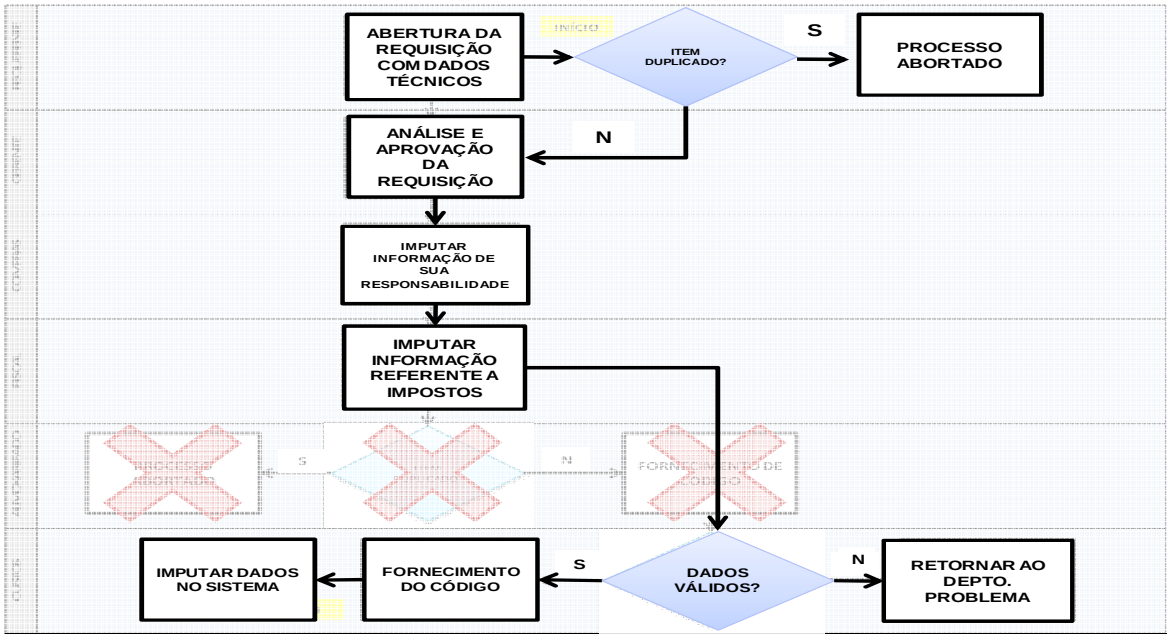


**Figura 8:** Fluxograma dos processos de Cadastro
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

Neste novo fluxograma, é possível visualizar a eliminação das atividades do Departamento de Almoxarifado e a alocação da atividade. Com relação ao segundo problema detectado, o *input* de informações sobre o *Lead Time*, realizado pelo Departamento de Compras, houve o desenvolvimento de uma transação no sistema da empresa, em que o cadastro deixou de ser realizado de forma manual, por meio do formulário e passou a ser realizado de forma automática, conforme demonstra a Figura 9:

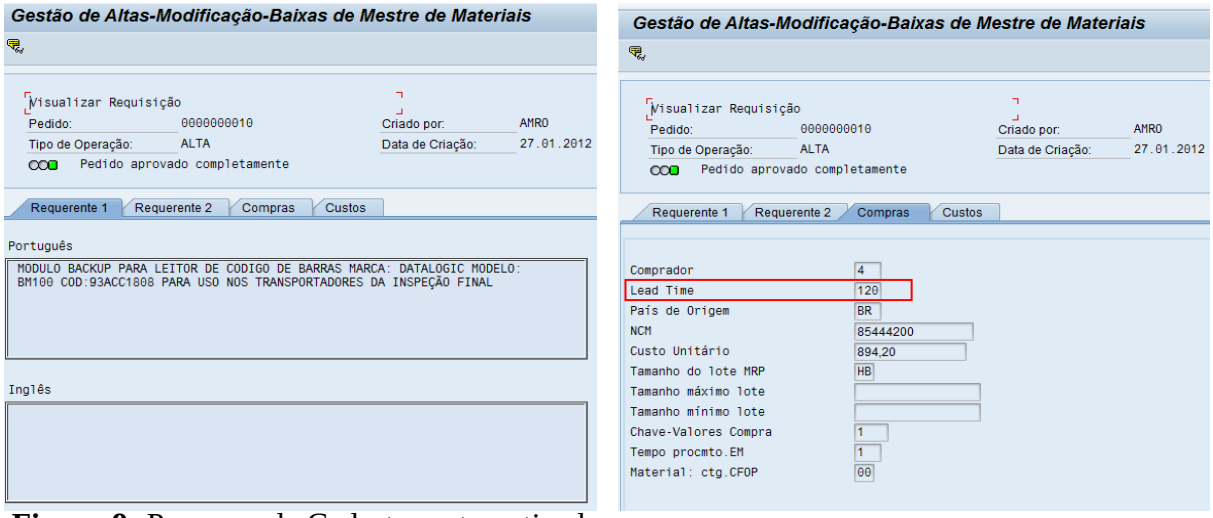


**Figura 9:** Processo de Cadastro automatizado
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

A Figura 9 demonstra o resultado do processo de cadastro automatizado, o qual foi implementado pelo Departamento de Tecnologia de Informação da empresa XYZ. Esta medida foi realizada, pois foi detectado que o alto dispêndio de tempo gasto pelo Departamento de Compras ocorria devido à distribuição das atividades que envolviam o processo de cadastro, ou seja, somente um funcionário realizava o contato com o fornecedor para definir o *Time Line* (prazo para envio da peça). Com a implementação desta ferramenta no sistema integrado SAP®, este processo passou a ser distribuído a todos os funcionários

deste departamento de acordo com o grupo de mercadoria de responsabilidade do comprador, desta forma o processo se tornou mais ágil e como consequência obtivemos a redução no tempo de cadastro.

### 4.4 Benefícios alcançados

Com a implementação deste projeto, foram alcançados resultados econômico-financeiro, além da melhoria nos processos, controles e otimização de tempo na realização das tarefas. Como resultado econômico-financeiro foram gerados cerca R$ 70.000,00/ano em reduções de custos; o tempo cadastro dos itens de almoxarifado, foi reduzido em média de 120 dias para 15 dias.

Porém, a melhoria mais significante foi à automatização do processo de cadastro, onde por meio da agilidade foi possível desenvolver o funcionário agregando novas atividades em sua rotina de trabalho, facilidade na análise dos dados, permitindo maior confiabilidade e controle dos itens de almoxarifado. Dessa maneira, foi possível otimizar o inventário de peças e com o aumento da produtividade, devido à redução de tempo de máquina parada por falta de peças, houve uma melhora no custo fixo da empresa.

As melhorias, alcançadas tiveram um investimento de aproximadamente R$ 4.000,00, devido ao treinamento dos envolvidos no processo e implantação do cadastro automatizado, o qual foi realizado na própria empresa, pelo Departamento de Tecnologia de Informação. Por meio, do estudo da metodologia Seis Sigma e aplicação das ferramentas na empresa XYZ, constatou-se que, por meio da ação de melhoria no processo de cadastro, foi possível alcançar benefícios financeiros e de processos. Por meio de análises estatísticas, detectou-se os *KPIV's*, ou seja, onde o processo apresentava falhas e, dessa forma, foi possível corrigi-los desenvolver controles e procedimentos para a realização dos processos/tarefas.

## 5 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi atingido, uma vez que, por meio da aplicação da Metodologia Seis Sigma, a empresa alcançou, não somente a melhoria dos processos e a otimização do tempo de execução da atividade, o qual foram os objetivos determinantes no inicio da definição do projeto, mas a redução do custo, que é um fator determinante na competitividade do mercado que este segmento está se deparando nestes últimos anos, devido, principalmente, à entrada de produtos chineses no país. Chakravorty (2010) comenta que, 60% de iniciativas de Seis Sigma em empresas não geram o resultado esperado.

A Metodologia Seis Sigma pode ser definida como uma caixa de ferramenta denominada DMAIC, em que, por meio da utilização da ferramenta correta, é possível alcançar o resultado esperado. Neste estudo, houve, primeiramente, a definição da situação-problema que é a demora no processo de cadastro dos itens de Almoxarifado de peças de manutenção. Com a utilização dos Gráficos de Pareto e a análise do mapa de processo, foram apontados os possíveis causadores: os Departamentos de Almoxarifado e Compras.

Por meio das ferramentas IPO, Matriz Causa e Efeito e FMEA, houve o levantamento e definição dos possíveis KPIV's, ou seja, dos fatores desenvolvidos nestes departamentos, que prejudicavam o andamento do processo de cadastro. Com a utilização de um programa desenvolvido para auxiliar nos cálculos dos dados estatísticos, denominado Minitab®, houve confirmação das atividades que deveriam ser corrigidas ou melhoradas: Definição do *Time line*, realizado pelo Departamento de Compras, junto ao fornecedor e a análise de itens duplicados no sistema definido pelo Departamento de Almoxarifado, após a aplicação das contramedidas, o tempo de cadastro que era em torno de 120 dias, passou a ser de 15 dias, que gerou um ganho no custo da empresa XYZ de, aproximadamente, R$ 66.000,00 por ano.

A empresa XYZ após a realização deste estudo implementou um processo de cadastro automatizado, em que foi possível eliminar a utilização de formulários. Esta melhoria não

teria sido evidenciada sem a aplicação desta metodologia, e para que estas melhorias não tenham um retrocesso foi desenvolvido um procedimento interno e a criação de gráficos de controle. Os benefícios alcançados pela utilização desta Metodologia estão além da redução de tempo de cadastro, pois houve uma redução dos custos, uma melhoria no processo e o desenvolvimento de seus funcionários.

Considera-se que este estudo tenha contribuído para a área de Custos e Gestão de Operações de empresas, por evidenciar a aplicação de uma importante ferramenta em um setor pouco explorado. Sugere-se que estudos futuros apresentem uma aplicação da Metodologia Seis Sigma desenvolvida neste trabalho, em empresas de outros segmentos e, também estudos que demonstrem os benefícios alcançados pelas empresas, na visão de seus funcionários e na imagem da organização.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2006.

ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL. P. A. C. A importância do Método Seis Sigma na Gestão da Qualidade Analisada sob uma Abordagem Teórica. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v.11, n.20, p. 91-98, 2002.

ANTONY, J.; BAÑUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. **Measuring Business Excellence**, v. 6, n. 4, p. 20-27, 2002.

ANTONY, J.; BAÑUELAS, R. A strategy for survival. **Manufacturing Engineer**, v. 80, n. 3, p. 119-121, 2001.

CAMPOS, M. S. **Seis Sigma**: Presente e Futuro. Congresso SAE Brasil, São Paulo, 2003.

CORONADO, R. B.; ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations. **The TQM Magazine**. v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.

ECKES, G. **A Revolução Seis Sigma:** o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro. 3 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

FOSTER Jr., S.T. Does Six Sigma improve performance? **Quality Management Journal**, v. 14, no. 4, p. 7–20, 2007.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma –** Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed. Spring: Editora: Mc Graw Hill, 2002.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. **Six Sigma**: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations. Currency: New York, 2000.

HELMAN, H; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas**: aplicação dos métodos de FMEA e FTA. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

HENDERSON, K.; EVANS, J. Successful implementation of six sigma: benchmarking General Electric Company. **Benchmarking and International Journal**, v.7, n.4, p.260-281, 2000.

HILTON, R. J.; SOHAL, A. A Conceptual Model for the Successful Deployment of Lean Six Sigma. **International Journal of Quality & Reliability Management,** vol. 29, n. 1, p. 54-70, 2012.

KUMAR, M.; ANTONY, J.; CHO, B. R. Project Selection and its Impact on the Successful Deployment of Six Sigma. **Business Process Management Journal,** vol. 15, n. 5, p. 669-686, 2009.

LEE, K.-C.; CHOI, B. Six Sigma management activities and their influence on corporate competitiveness. **Total Quality Management**, v. 17, no.7, p. 893–911, 2006.

MAESTRELLI, N.C.; MIGUEL, P.A.C. Análise do potencial de aplicação do programa Seis Sigma aos processos de manufatura. **Anais...** IN: 1.º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Curitiba, 2001.

MARSHAL Jr., I.; CIERCO, A.A; ROCHA, A.V; MOTA, E.B. **Gestão da Qualidade**. São Paulo: FGV, 2003.

MARTINS, G. de A. **Estudo de Caso**: Uma estratégia de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2006.

NAIR, A.; MALHOTRA, M. K.; AHIRE, S. L. Toward a theory of managing context in Six Sigma process-improvement projects: An action research investigation. **Journal of Operations Management,** v. 29, p. 529–548, 2011.

PANDE, S. **Estratégia Seis Sigma**: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PARAST, M. M. The effect of Six Sigma projects on innovation and firm performance. **International Journal of Project Management,** vol. 29, p. 45-55, 2011.

PFEIFER, T.; REISSIGER, W.; CANALES, C. Integrating Six Sigma with Quality Management Systems, **Total Quality Management,** vol. 16, p. 241-249, 2004.

PYZDEK, T.: **The Six Sigma Handbook:** A complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels. New York: McGraw-Hill, 2003.

ROTONDARO. R.G.; RAMOS, A.W.; RIBEIRO, C.; MYAKE, D.I.; NAKANO, D.; LAURINDO, F. J. B.,HO, L.L.; CARVALHO, M. M.; BRAZ, M. A.; BALESTRASSI, P.P. **Seis Sigma:** Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços. São Paulo: Atlas, 2006.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Contribuições do Seis Sigma: estudos de casos em multinacionais. **Produção,** v. 20, n. 1, p. 42-53, 2010.

SANTOS, J.C.S. **Integração da Técnica Seis Sigma (DEMAIC) com métricas ambientais para a busca de melhorias na ecoeficiência de um processo industrial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Uninove, São Paulo, 2013.

SCHROEDER, R.G.; LINDERMAN, K.; LIEDTKE, C.; CHOO, A.S. Six Sigma: definition and underlying theory. **Journal of Operations Management**, v.26, p. 536–554, 2008.

SENAPATI, S. R. Six Sigma: myths and realities. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 21, n. 6, p. 683-690, 2004.

SHAFER, S.M.; MOELLER, S.B. The effects of Six Sigma on corporate performance: An empirical investigation. **Journal of Operations Management**, v. 30, p. 521–532, 2012.

THAWANI, S. Six Sigma – strategy for organizational excellence. **Total Quality Management,** vol. 15, n. 5, p. 655-64, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de Caso:** Planejamento e Método**.** 3ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a Cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WILSON, M. P. **Seis Sigma:** compreendendo o conceito, as implicações e os desafios. São Paulo: Editora: Qualitymark, 2000.