

## Gestão de Projetos Através da Aplicação do método Dmaic: Um estudo de caso em um processo da indústria automotiva

Ricardo A. Chagas (Faculdades Integradas Einstein de Limeira) [chagas.ricardoaugusto@hotmail.com](mailto:chagas.ricardoaugusto@hotmail.com)

Tatiane C. Gomes (Faculdades Integradas Einstein de Limeira) [tatiane.cgomes@hotmail.com](mailto:tatiane.cgomes@hotmail.com)

Andre de Lima (Faculdades Integradas Einstein de Limeira) [andredelima.andre@gmail.com](mailto:andredelima.andre@gmail.com)

### Resumo:

Diante de um mercado que se torna cada vez mais competitivo, a gestão correta de projetos tem sido um trabalho de grande importância dentro das empresas, uma vez que auxilia na tomada de decisão e consequentemente na resolução de problemas. Neste sentido, este trabalho apresenta a aplicação do método DMAIC, uma ferramenta proposta pelo método Seis Sigma, para a solução de problemas em um processo industrial. Este artigo traz fundamentações teóricas bem como um estudo de caso em uma empresa automotiva, onde se demonstram as etapas da metodologia bem como os resultados alcançados. A aplicação do método DMAIC permitiu a empresa conduzir o projeto de forma estruturada possibilitando o alcance dos objetivos como a redução de defeitos e tornando evidente os benefícios de sua aplicação.

**Palavras chave:** Gestão de Projetos, DMAIC, Seis Sigma, Solução de Problemas.

## Management of projects through the application of DMAIC method: A case study in a process of automotive industry

### Abstract

Facing a market becomes increasingly competitive, the correct project management has been a work of great importance within companies, as it helps in decision making and consequently in solving problems. In this sense, this paper presents the application of the DMAIC method, a tool proposed by the Six Sigma method for solving problems in an industrial process. This article provides theoretical foundations as well as a case study in an automotive company, where it demonstrated the steps of the methodology and the results obtained. The application of the DMAIC method allowed the company to conduct the project in a structured way enabling the achievement of goals such as reducing defects and making clear the benefits of their application.

**Key-words:** Project Management, DMAIC, Six Sigma, Solving Problems.

### 1. Introdução

A adoção de programas de qualidade pode ser um diferencial e uma vantagem competitiva na busca pela participação no mercado. As organizações buscam maneiras de se tornarem mais competitivas e procuram programas, métodos e ferramentas capazes de impulsionar a melhoria da qualidade em seus processos e produtos (GALVANI e CARPINETTI, 2010).

Neste cenário, tem-se apresentado o Seis Sigma, uma poderosa estratégia de negócios usada para reduzir a variabilidade do processo através da efetiva utilização de ferramentas e técnicas estatísticas. É um rigoroso e disciplinado programa que utiliza, dados e análises estatísticas

para medir e melhorar o desempenho operacional da companhia através da eliminação de defeitos, erros ou falhas na manufatura, serviços ou processos transacionais (MONTGOMERY, PEPPER e SPEDDING, 2010).

Para Antony apud Galvani e Carpinetti (2010), empresas de qualquer tamanho ou ramo de atividade pode fazer uso do programa Seis Sigma para reduzir os seus custos, tornar melhor seus processos e assim expandir a participação no mercado. É um processo que permite às organizações aumentar seus lucros por meio da eficiência dos processos, melhorando a qualidade e acabando com defeitos e erros.

Neste contexto, o trabalho tem por fim, expor um estudo de caso elaborado em uma empresa do setor automotivo, baseado nos conceitos da metodologia Seis Sigma. O estudo fornece uma visão sobre potenciais benefícios do Seis Sigma aplicado na área de embalagem em termos de redução de custo, melhoria da qualidade e ganhos ambientais.

## **2. Funções da Embalagem**

A embalagem pode ser definida como o material ou meio protetor que permite que uma mercadoria chegue ao consumidor em condições ótimas e, em alguns casos, garanta a sua apresentação e estado de conservação no momento de uso (MOURA e BANZATO, 1997).

Para Kord e Pazirandeh (2008), a embalagem tem a finalidade de preservar, conter, identificar, manusear e proteger bens materiais partindo do fabricante até ao consumidor final, é definida como um conjunto de componentes, feitos a partir de um ou de vários tipos de materiais.

De acordo com Campos e Brasil (2007), as embalagens têm importância em diversas áreas, mas com um impacto relevante sobre o custo e a produtividade dos sistemas logísticos. O cumprimento de operações automatizadas ou manuais de embalagem e a obrigação seguida do descarte da própria embalagem representam os custos mais visíveis.

Com isso, as embalagens se tornam responsáveis pelo prolongamento da vida útil dos produtos e assim torna possível a comercialização em regiões afastadas de seus locais de produção, além de reduzir ao mínimo suas perdas (CONTRO et al; 2002).

## **3. O Programa Seis Sigma**

A abordagem do programa Seis Sigma nasceu em 1987, com a intenção de preparar a Motorola para enfrentar seus concorrentes, que produziam produtos com qualidade superior a menores preços (WERKEMA, 2004).

A proposta da Motorola tinha como objetivo solucionar o crescente aumento de reclamações, derivadas da ocorrência de falhas nos produtos eletrônicos manufaturados dentro do período da garantia. Diante deste fato, a empresa foi motivada a aderir o desafio de alcançar o desempenho de produtos livres de defeito e tinha como propósito o aumento da confiabilidade do produto final e a redução de perdas (SENAPATI APUD ANDRIETTA E MIGUEL, 2007).

No Brasil, o Seis Sigma foi lançado em 1997, pelo grupo Brasmotor, que incluiu o programa em suas atividades e contabilizou ganhos em 1999 de R\$ 20 milhões (WERKEMA, 2004).

A nomenclatura Seis Sigma surgiu a partir da representação estatística do nível de variabilidade de um processo. A letra Sigma é utilizada para demonstrar o desvio padrão de uma distribuição e quanto menor for o desvio padrão de um processo, mais desvios padrão passam a ser admitidos dentro da especificação (DONADEL, 2008).

Um dos elementos mais marcantes deste programa é a adoção estruturada do pensamento estatístico. O uso intensivo de ferramentas estatísticas e a sistemática análise da variabilidade são as marcas registradas do Seis Sigma (CARVALHO e PALADINI, 2012).

De acordo com Andrietta e Miguel (2007), o programa Seis Sigma se mantém graças a uma correta escolha de projetos, sendo sua etapa inicial a compreensão das características críticas para a qualidade. Logo depois é preciso selecionar um dos métodos de soluções de problemas que podem ser utilizados no programa (LYNCH et al. Apud CLETO e QUINTEIRO, 2011). São exemplos deles: M/PCpS (*machine – process characterization study*), que é um estudo para a caracterização e otimização de processos e que visa eliminar a perda e dinheiro; DMEDI (com as etapas definir, medir, explorar, desenvolver e implementar); DFSS (*design for Six Sigma*); DMADV (que contempla as fases definir, medir, analisar, desenhar e verificar); DMAIC que são as iniciais para as etapas: *define* (definir), *measure* (medir), *analyze* (analisar), *improve* (melhorar) e *control* (controlar). Dos métodos citados, o que possui maior uso atualmente é o DMAIC, sendo composto de 5 etapas capaz de estruturar adequadamente a implantação, desenvolver e finalizar um projeto (ANDRIETTA e MIGUEL, 2007).

Entre os benefícios da aplicação do programa Seis Sigma está: a busca da melhoria continua dos processos, aprimoramento da qualidade, a conquista da satisfação do cliente, redução de tempos de ciclo, redução de defeitos, custos e desperdícios entre outros (ANDRIETTA e MIGUEL, 2007).

Para a realização do projeto, Carvalho e Paladini (2012), citam como principais figuras dos Seis Sigmas, os *Champions*, os *Black Belts*, os *Green Belts* e também os *Master Black Belts*.

#### 4. O Método DMAIC

O Seis Sigma disponibiliza uma moldura, que utiliza uma ampla caixa de ferramentas estatísticas clássicas, organizadas em um método de resolução de problemas, denominado DMAIC. As ferramentas mais utilizadas tem sido: Coleta de Dados, Histograma, Diagrama de Pareto, *Brainstorming*, Cartas de Controle, Índices de Capacidade, Fluxograma, Mapeamento do Processo, Avaliação de Sistema de Medição e CEP – Controle Estatístico de Processo (CARVALHO e PALADINI, 2012).

A Metodologia DMAIC deve ser usada quando um produto ou processo existe, mas não atende as especificações do cliente ou não apresenta um desempenho adequado ou quando o projeto tem sua solução desconhecida (CLETO e QUINTEIRO, 2011).

Segundo Werkema (2004), um projeto Seis Sigma deve ter um nível de dificuldade suficiente para que seja considerável para a empresa, mas deve ser concluído em um período de 6 a 12 meses, e o progresso do projeto deve ser medido através de indicadores.

A metodologia de solução de problemas DMAIC é um conjunto de etapas, ao formar uma equipe de trabalho e buscar a solução do problema, as várias tarefas concluídas começam a se unir, e importantes informações começam a aparecer (CLETO e QUINTEIRO, 2011).

A seguir serão descritas as etapas do DMAIC e também algumas ferramentas empregadas nas etapas do método.

##### 4.1 Etapa D – *Define* (Definir)

Segundo Werkema (2004), nesta primeira etapa é definido o escopo do projeto e devem ser respondidas questões como: qual o problema a ser resolvido, qual a meta a ser alcançada e quais são as partes afetadas pelo problema.

Uma ferramenta útil nesta etapa do DMAIC é o *Project Charter* ou simplesmente Contrato, que consiste em um documento que representa uma espécie de contrato onde são expostas quais as expectativas esperadas da equipe do projeto. No *Project Charter* deverá conter a descrição do problema, a definição da meta, a avaliação do histórico do problema, as

possíveis restrições e suposições, definição das responsabilidades dos membros das equipes e cronograma (WERKEMA, 2004).

Segundo Werkema (2004), o problema do projeto deve estar relacionado com as CTQ's – Característica Crítica para a Qualidade (*Critical to Quality*). Para identificação dessas características são usados conjunto de dados provenientes de reclamação, comentários e respostas as pesquisas denominado Voz do Cliente (*Voice of the Customer* ou VOC).

Além disso, na etapa Definir é importante usar um diagrama que defina o processo principal relacionado ao projeto, este diagrama é o SIPOC (*Suppliers* - Fornecedor, *Inputs* - Entrada, *Process*- Processo, *Outputs*- Saída, *Customers* - Cliente).

Algumas perguntas e ações deverão ser realizadas de acordo com Cleto e Quintero (2011):

- a) Revisão do problema (é uma oportunidade ou um resultado indesejável), este deverá ser encontrado no contrato;
- b) Revisão da relação estratégica do projeto com o negócio deverá ser encontrado no contrato e também no VOC (Voz do Cliente);
- c) Através do VOC, entender as necessidades do cliente;
- d) Definir através do SIPOC quem são os clientes, fornecedores, entradas e saídas do processo, para encontrar qual processo deve ser melhorado, este também deverá constar no contrato;
- e) Definir os indicadores, este comprovará se a mudança está realmente acontecendo, deve estar no contrato;
- f) Identificar o impacto financeiro e os ganhos que o projeto vai trazer a empresa;
- g) Identificar qual o objetivo a ser alcançado;
- h) Elaborar o cronograma inicial do projeto;
- i) Identificar fronteiras e restrições do projeto.

#### **4.2 Etapa M – Measure (Medir)**

De acordo com Cleto e Quintero (2011) a fase medir consiste no aprofundamento do que foi descrito na etapa Definir e consequentemente na chance de medir os processos envolvidos com detalhamento maior. Para isso, as seguintes ações devem ser realizadas:

- a) Através do Mapeamento do Fluxo de Valor descrever qual o processo atual, conforme Shook e Rother apud Cleto e Quintero (2011);
- b) Detectar características do processo a partir de indicadores;
- c) Após detectar as características do processo, devem-se validar os seus sistemas de medição;
- d) Todos os desperdícios do processo devem ser identificados;
- e) Encontrar pequenas oportunidades de melhorias no processo;
- f) Revisar benefícios financeiros;
- g) Rever metas e objetivos descritos no contrato.

#### **4.3 Etapa A – Analyse (Analisar)**

Esta etapa tem como objetivo determinar as causas essenciais do problema identificado, para isso algumas perguntas e ações devem ser feitas (CLETO e QUINTERO, 2011):

- a) Elaborar uma síntese do estado atual do processo, de acordo com o entendimento das medições realizadas e suas variações;
- b) A partir do desempenho atual do processo quais são os resultados encontrados;
- c) Para o problema estudado, quais são as hipóteses de causa raiz;
- d) Realizar um brainstorming para levantamento das potenciais causas;
- e) Através de estudos, testes e gráficos coletar e validar as evidências das hipóteses;
- f) Verificar se existem informações a respeito de processos semelhantes ao processo atual e possíveis soluções, através de *benchmark* ou seja, a investigação das melhores práticas;
- g) Aumentar o conhecimento através dos dados coletados;
- e) Desenvolver melhorias feitas através de *Kaizens* rápidos (do japonês, “melhoria” ou “mudança para melhor”) utilizando a ferramenta PDCA, conforme Campos apud Cleto e Quintero (2011).

#### 4.4 Etapa – *Improve* (Melhorar)

Nesta etapa, devem ser elaboradas ideias sobre como eliminar as principais causas do principal problema encontrado na etapa Analisar. É importante dar prioridade as soluções potenciais e realizar teste em pequenas escalas das soluções escolhidas. (WERKEMA, 2004)

Segundo Cleto e Quintero (2011), as seguintes perguntas e ações devem ser realizadas:

- a) Verificar a eficiência da implementação dos *Kaizens*;
- b) Projetar um teste prático em pequena escala da solução proposta;
- c) Arrumar o mapa futuro de acordo com o teste em pequena escala;
- d) De maneira ampla confirmar a eficiência da solução;
- e) Organizar treinamento operacional para os envolvidos na função;
- f) Modificar padrões, normas e instruções de trabalho.

#### 4.5 Etapa C – *Control* (Controlar)

A última etapa do DMAIC, baseia-se na avaliação do atingimento da meta em larga escala, a partir deste objetivo, os resultados alcançados após a ampla implementação das soluções devem ser monitorados para a confirmação da conquista do sucesso. (WERKEMA, 2004)

Caso o resultado da avaliação não seja vantajoso, é necessário voltar a fase do *Measure* para verificar se houve erros na definição ou medição dos indicadores. Caso o resultado seja vantajoso, o objetivo foi atingido em larga escala segue-se para a padronização. As seguintes ações e perguntas devem ser feitas (CLETO e QUINTERO, 2011):

- a) Identificar quais são os riscos do novo processo;
- b) Fazer uma análise crítica da nova realidade;
- c) Confirmar os ganhos com a implementação do projeto;
- d) Registrar e padronizar a melhoria;
- e) Registrar lições aprendidas;
- f) Registrar o projeto nos sistemas necessários.



Figura 1 - Método DMAIC

## 5. Estudo de Caso

O presente estudo de caso é referente a uma empresa que atua no setor automotivo, aqui denominada empresa C, a qual adotou a metodologia do DMAIC para resolver problemas relativos a embalagem de suas peças. As peças fabricadas pela empresa C tinham uma elevada importância no aspecto visual, contudo as embalagens utilizadas estavam causando danos em algumas peças, aumentando assim o índice de reclamações dos clientes e o índice de retrabalho.

Para a empresa C, era fundamental dedicar atenção as reclamações dos clientes, pois com isso era possível não só resolver um problema do cliente mas também resolver problemas pertinentes do seu processo. Com isso, através do Indicador de Reclamações de Cliente, era visível os problemas relacionados ao processo de embalagem, em um ano e meio foram 4 reclamações originadas do mesmo problema, a partir disto, além dos problemas de qualidade também foram identificadas oportunidades de melhoria no processo e possíveis reduções de custo e impactos ambientais.

Este estudo de caso consistiu na mudança do processo de embalagem e descreve as principais etapas bem como as principais ações tomadas em cada uma delas durante o projeto, que teve seu início no segundo semestre de 2012.

### 5.1 Define - Definir

Nesta etapa ocorreu o preenchimento do *Project Charter*, onde foram apresentadas as informações coletadas e as ações a serem realizadas, a seguir estão as principais:

**a) Importância do projeto:** após a identificação dos problemas de qualidade através do indicador de reclamações de clientes, foi identificada a necessidade de encontrar uma nova embalagem que atendesse as necessidades dos clientes bem como as necessidades da empresa, com a mudança da embalagem seria possível obter a redução das reclamações originadas pelo uso da embalagem e consequentemente o aumento da qualidade e redução dos impactos ambientais. Além disso, essa mudança apresentava melhorias no processo como a redução de retrabalho e sucata, redução do custo do processo de embalar e redução da mão de obra;

**b) Indicadores:** Para monitoramento do projeto foram utilizados os seguintes indicadores: a) Índice de Reclamação de Cliente; b) Falta da Qualidade nas Peças devido as Embalagens; c) Acompanhamento dos Custos. No contrato da Empresa C foram evidenciados os valores dos

indicadores no início da fase *Define* e também foram adicionados os valores que se desejava alcançar ao final do projeto;

**c) Fronteiras do projeto:** A coleta de dados e entendimento da situação atual foi realizada a partir da ferramenta Voz do Cliente – VOC, ou seja, os clientes que reclamavam da embalagem foram consultados pela empresa C, para entendimento das dificuldades que enfrentavam ao desembalar o produto, suas necessidades e também sugestões de melhoria. Além disso, para definição do foco do projeto foi utilizado o diagrama SIPOC, conforme escopo da Figura 2;

**d) Cronograma:** Para a conclusão do projeto foi definida a duração para cada etapa, sendo para a *Define* - 2 meses; *Measure* – 1 mês; *Analyze* – 3 meses; *Improve* – 6 meses e *Control* – 3 meses;

**e) Time definido:** De acordo com a gerencia da empresa C, foi estabelecido um líder para o projeto e um grupo de trabalho, do qual fazia parte um profissional da área de compras, logística, embalagem e qualidade.

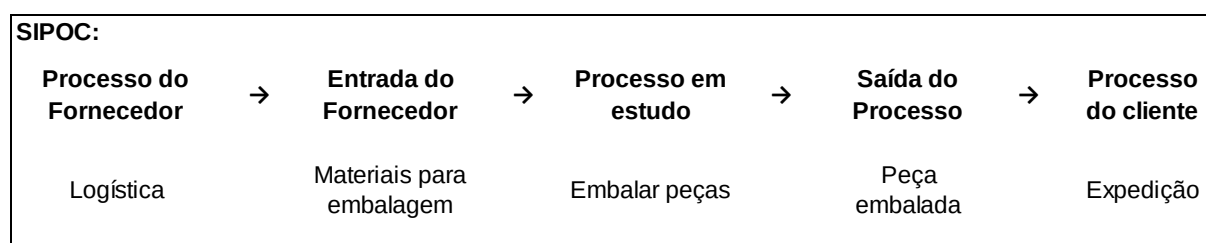


Figura 2 - Exemplo de aplicação do Diagrama SIPOC aplicado ao processo em estudo

## 5.2 Measure - Medir

Para esta fase foi desenvolvido o Mapa de Fluxo de Valor, onde ocorreu o acompanhamento da operação na produção. Foram mapeados dois processos diferentes: a) O Processo de Embalagem das Peças, com o objetivo de entender as etapas necessárias a serem realizadas quando as peças são embaladas e o b) Processo Logístico para o Mercado Nacional, com o objetivo de identificar o fluxo da embalagem, neste momento foi possível observar que os indicadores escolhidos na etapa anterior mostraram nesta fase com clareza a situação inicial do projeto, além disso foi realizada a validação do sistema de medição dos indicadores utilizados. A maioria dos indicadores já faziam parte do sistema da Empresa C. Nesta fase também foram encontradas algumas oportunidades de melhorias as quais foram analisadas na etapa seguinte.

## 5.3 Analyze - Analisar

Após a etapa *Measure*, foram realizadas atividades de *braintorming* (tempestade de ideias) com pessoas das diferentes áreas envolvidas, esta atividade teve como objetivo identificar oportunidades através do mapeamento do processo realizado na etapa anterior. Através do mapeamento “a” da fase *Measure*, foram identificadas algumas oportunidades como a eliminação de embalagem extra e como consequência a redução de custos.

Além disso, foram realizadas as atividades de *benchmark*, esta atividade foi realizada por membros do grupo e para isto, foram utilizados alguns clientes da empresa C que foram questionados sobre os tipos de embalagens utilizados por outros fornecedores. Após o levantamento dos dados e entendimento geral do processo, foi possível iniciar a procura por

alternativas que eliminassem a embalagem atual, para isso foram consultados fornecedores que apresentaram diferentes propostas que poderiam ser desenvolvidas.

Após a pesquisa por alternativas de embalagem ser concluída, alguns *Kaizens* rápidos foram desenvolvidos nesta fase. Eles foram coordenados através do método PDCA (*Plan*-Planejar, *Do*-Executar, *Check*-Verificar, *Action*-agir), que tem como objetivo proporcionar um processo eficaz de aprendizagem. São eles:

- a) PRIMEIRO PDCA: Foi avaliada a possibilidade da remoção de embalagens extras usadas no processo atual;
- b) SEGUNDO PDCA: Avaliada as propostas de embalagens alternativas para substituição das utilizadas, o foco deste PDCA foi entender as alternativas que o fornecedor tinha a oferecer, conforme escopo da Figura 3.

TERCEIRO PDCA: Focando no processo de retorno das embalagens.

| PDCA                 |                                                                                                                         |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planejar<br>(Plan)   | Identificar: Entender as propostas dos fornecedores                                                                     |
|                      | Análise: Entender qual a matéria prima, quais os impactos ambientais, quais são as referencias de mercado do fornecedor |
|                      | Plano de Ação: Discutir alternativas com o fornecedor                                                                   |
| Fazer (Do)           | Coleta de dados: Apresentação de novas matérias primas                                                                  |
| Verificar<br>(Check) | Conclusão com os dados obtidos: Após apresentação das propostas foram encontradas 5 potenciais opções.                  |
| Agir (Act)           | Ações a serem feitas: Testar em pequena escala e avaliar viabilidade economica                                          |

Figura 3 - Exemplo de aplicação do método DMAIC aplicado ao processo em estudo

#### 5.4 Improve - Melhorar

Após o Segundo PDCA na etapa *Analyze*, foram iniciados os testes em pequena escala das opções de embalagens, para isso todas as embalagens foram submetidas a montagem juntamente com as peças e para avaliação das condições finais das mesmas o grupo desenvolveu um formulário para avaliação, conforme Figura 4.

Foram analisadas quantas peças apresentaram defeitos após a montagem junto com a embalagem, a Tabela 1 demonstra os resultados encontrados com o teste, considerando 85 peças por embalagem.

Durante essa fase também foi realizada a análise financeira para cálculo dos investimentos e mensuração dos ganhos com as novas embalagens, qualidade e mão de obra.

Após os testes em pequena escala na etapa *Analyze*, se mostrarem satisfatórios, começaram os testes em larga escala, que consistiu no envio das peças na nova embalagem para os clientes. Todos os clientes aprovaram a nova embalagem, porém alguns não aceitaram que fosse retirada a embalagem extra. Além disso, para alguns clientes que recebiam o material de amarração em aço, foram enviadas as amarrações em plástico, o que também foram aprovados pelos clientes.

| Resultados dos testes |                                               |                            |                                                |                         |
|-----------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
|                       | Itens a serem avaliados                       |                            |                                                |                         |
| Embalagem             | Quantidade de peças suportadas pela embalagem | Embalagem esta danificada? | Quantidade de peças danificadas pela embalagem | Peças estão em contato? |
|                       |                                               |                            |                                                |                         |
|                       |                                               |                            |                                                |                         |
|                       |                                               |                            |                                                |                         |
| Observações           |                                               |                            |                                                |                         |

Figura 4 - Modelo do Formulário para Análise dos Testes

| Item          | Quantidade de peças ruins | % Peças Adequadas |
|---------------|---------------------------|-------------------|
| Embalagem "A" | 0                         | 100%              |
| Embalagem "B" | 5                         | 94%               |
| Embalagem "C" | 25                        | 71%               |
| Embalagem "D" | 65                        | 24%               |
| Embalagem "E" | 69                        | 19%               |

Fonte: Autoria própria

Tabela 1- Teste Prático: Resultado em Pequena Escala

## 5.5 Control - Controlar

Nesta última etapa, foram realizados treinamentos com os funcionários envolvidos na função da montagem da nova embalagem, foram definidos documentos que pudessem garantir a correta montagem da embalagem como o plano de controle, além disso, esta melhoria foi desdobrada para as demais plantas.

A Tabela 2 a seguir, mostra a duração de cada etapa até a conclusão do projeto:

| Etapa         | Duração Prevista (mês) | Duração Real (mês) |
|---------------|------------------------|--------------------|
| Embalagem "A" | 2                      | 2                  |
| Embalagem "B" | 1                      | 1                  |
| Embalagem "C" | 3                      | 3                  |
| Embalagem "D" | 6                      | 8                  |
| Embalagem "E" | 3                      | 5                  |

Fonte: Autoria própria

Tabela 2 - Evolução Prevista e Real do Projeto

Analisando os dados, é possível observar que houve um atraso na etapa *Improve*, isto ocorreu por conta do teste em larga escala onde foi necessária a aprovação de todos os clientes. Além disso na fase controlar também ocorreu um atraso devido a elaboração de documentos para a perpetuação como o plano de controle.

Como registro de lições aprendidas foi possível destacar:

- a) Processo: aumento do conhecimento em todo o processo tanto interno quanto do cliente;
- b) Método: com a utilização das ferramentas foi possível priorizar ideias e definir o foco do trabalho;
- c) Trabalho em equipe: o trabalho em equipe ensina a respeitar as dificuldades e respeitar as diferentes ideias.

## 6. Resultados

Os ganhos obtidos com a aplicação da metodologia DMAIC na mudança do processo de embalagem, foram:

**a) Ganhos Financeiros:** a nova embalagem proporcionou uma média de redução de custo unitário para cada embalagem pronta de aproximadamente 12% em relação a antiga embalagem. Além disso, com a nova embalagem foi possível iniciar a Logística Reversa.

Para cada embalagem o tempo estimado de uso foi de aproximadamente 100 vezes. Logo, a redução de custo se tornou maior, levando em consideração que a embalagem poderia ser utilizada por diversas vezes. Para isso foi feito um investimento inicial para a compra das novas embalagens, conforme Tabela 3:

| Investimento   | Economia Mensal | Economia Anual |
|----------------|-----------------|----------------|
| R\$ 400.000,00 | R\$ 10465,00    | R\$ 125.580,00 |

Fonte: Autoria própria

Tabela 3 – Análise dos ganhos com a implementação da nova embalagem

- b) Qualidade do produto:** a melhoria da qualidade das peças e eliminação das reclamações de clientes por problemas do processo de embalagem;
- c) Redução de Mão de obra:** o número de mão de obra também foi reduzido, pois o novo processo se tornou mais simples conforme Figura 5:

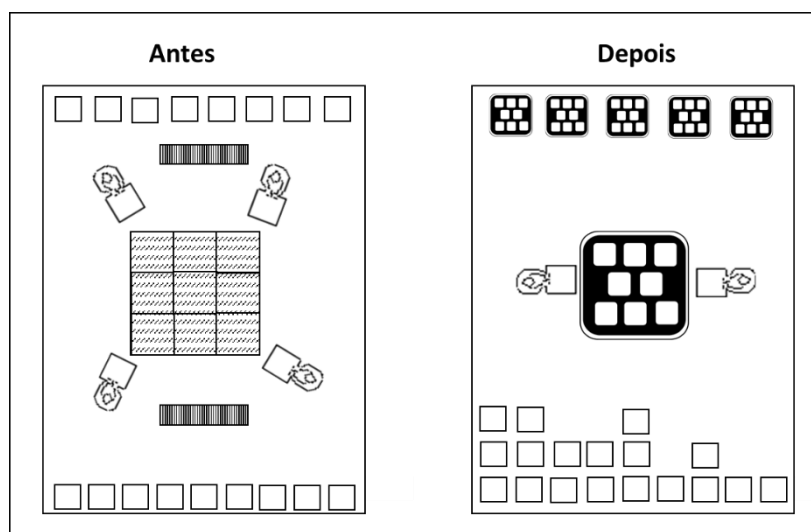


Figura 5 – Postos de trabalho antes e depois da melhoria

De acordo com a figura 14, antes da melhoria eram necessários 4 operadores para trabalhar na operação de embalar, que consistia na montagem das peças em um suporte, colocar os grampos para que as embalagens não sofressem quedas durante o transporte, o que estava ocasionando defeitos visuais e colocar o plásticos de proteção. Após a melhoria foi possível eliminar dois postos de trabalho, já que a nova operação consistia em colocar as peças sobre camadas plásticas com locais demarcados para cada peça e colocar o plástico de proteção. Em relação ao tempo de operação, também houve uma redução, uma vez que o processo anterior necessitava de mais componentes o que exigia mais tempo dos operadores.

**d) Redução de impacto ambiental:** conforme a Tabela 4, com a redução do consumo dos componentes de embalagem que antes eram utilizados, em apenas 6 meses foi possível obter a seguinte redução para geração de resíduos:

| Etapa          | Quantidade<br>(peças) |
|----------------|-----------------------|
| Componente "A" | 423.332               |
| Componente "B" | 35.510                |
| Componente "C" | 23.572                |
| Componente "D" | 757                   |

Fonte: Autoria própria

Tabela 4 - Redução dos componentes da embalagem utilizada anteriormente

Neste sentido, fica claro que o projeto não trouxe apenas benefícios na melhoria da qualidade das peças, mas também trouxe ganhos financeiros e ambientais.

## 7. Considerações finais

Considerando os objetivos iniciais desse trabalho todos foram atingidos, foi obtido êxito na apresentação e utilização de uma metodologia que apoiasse o projeto para redefinição da embalagem.

O projeto de estudo de caso obteve sucesso atingindo todas as metas estabelecidas no Project Charter da fase Definir.

Este projeto, levantou uma nova discussão que será estudada futuramente: com a nova embalagem é possível automatizar a operação de embalar?

Quanto a utilização da metodologia proposta, a mesma se mostrou satisfatória, uma vez que auxiliou de forma estruturada o andamento do projeto, sendo claramente identificado quais seriam os próximos passos.

Devido aos resultados da implementação, ficou claro neste estudo os benefícios da gestão de projetos através do DMAIC, que muitas vezes pode trazer ganhos não só no processo como também financeiros o que dificilmente é obtido utilizando técnicas diferentes.

## Referências

ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C. *Aplicação do Programa Seis Sigma no Brasil: Resultados de um Levantamento tipo Survey Exploratório-Descritivo e Perspectivas para Pesquisas futuras*. Gestão da Produção. São Carlos, n. 2, v. 14, p. 203-219, maio-ago. 2007.

CAMPOS, L.F.R.; BRASIL, C.V.M. *Logística: Teia de Relações*. 1 ed. Curitiba: IBPEX, 2007

CARVALHO, M. M.; PALADINI E. P. *Gestão da Qualidade: Teorias e Casos*. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

**CLETO, M. G.; QUINTEIRO, L.** *Gestão de Projetos Através do DMAIC: Um Estudo de Caso na Indústria Automotiva*. Revista Produção Online. Paraná, n.1, v. 11, p. 210-239, mar. 2011.

**CONTRO, Leda; DANTAS, S. T.; JAIME, M. A.; VENANCIO, D S.** *Avaliação do Efeito do Transporte no Desempenho de Embalagem Tipo Stand-up Pouch para Produtos Líquidos*. Polímeros. São Carlos, n.2, v.12, p. 69-75, 2002.

**DONADEL, Daniel C.** *Aplicação da metodologia DMAIC para redução de refugo em uma indústria de embalagens*. (Graduação Engenharia de Produção) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 122 p. 2008

**GALVANI, L. R.; CARPINETTI, L.C.** *Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços*. Gestão da Produção. São Paulo, n. 4, v. 23, p. 695 – 704, out-dez. 2013.

**KORD, H. K.; PAZIRANDEH, A.** *Comparison of Different Packaging Materials and Solutions on a Cost Basis for Volvo Logistic Corporation*. (Doutorado em Logística) Institutionen Ingenjörshögskolan. Borås, 2008.

**MONTGOMERY, D. C. A.** *Modern framework for achievement enterprise excellence*. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 1, p. 56-65, 2010.

**MOURA, Reinaldo A.; BANZATO, José Maurício.** *Embalagem, Unitização&Conteinerização*. 2 ed. São Paulo: IMAM, 1997.

**PEPPER, M. P. J.; SPEDDING, T. A.** *The evolution of lean six sigma*. *International Journal of Quality & Reliability Mangement*, v. 27, n. 2, p. 138-155, 2010.

**WERKEMA, Maria C. C.** *Criando a Cultura Seis Sigma*. 3ª Edição. Minas Gerais: Werkema, 2004.