



FACULDADE DE ECONOMIA DO PORTO
MESTRADO EM GESTÃO COMERCIAL

KELLY FERREIRA DEON TÁVORA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA NO PROCESSO DE CORTE DE
UMA INDÚSTRIA PRODUTORA DE CAPAS PARA BANCOS DE AUTOMÓVEL**

PORTO
2009

KELLY FERREIRA DEON TÁVORA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA NO PROCESSO DE CORTE DE
UMA INDÚSTRIA PRODUTORA DE CAPAS PARA BANCOS DE AUTOMÓVEL**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Economia do Porto (FEP), como requisito
para obtenção do título de Mestre em Gestão
Comercial.

Orientadora: Prof. Dra. Catarina Delgado

PORTO

2009

Dedicatória:

Dedico este trabalho ao meu marido Fabio e ao meu filho Samuel que portou-se muito bem dentro da barriga da mamãe e permitiu-me trabalhar com muita tranquilidade.

Agradecimentos:

Pela conclusão deste trabalho agradeço e presto homenagem:

Primeiramente a Deus que me deu forças, saúde e condições para cursar este mestrado e concluir este trabalho.

Ao meu marido e companheiro com quem eu partilho todas as minhas alegrias e realizações e que tanto ajudou-me durante a elaboração deste trabalho.

Aos meus pais que foram responsáveis pela minha educação, pela formação dos meus princípios e pela pessoa que hoje sou.

Aos meus irmãos Michel, Marcos Vinícius e Jaqueline (que hoje certamente assiste-me de um lugar celestial) que são muito especiais na minha vida e a quem eu sinto a necessidade de prestar um bom exemplo.

Soneto da Fidelidade

*De tudo, ao meu amor serei atento
Antes, e com tal zelo, e sempre, e tanto
Que mesmo em face do maior encanto
Dele se encante mais meu pensamento.
Quero vivê-lo em cada vão momento
E em seu louvor hei de espalhar meu
canto
E rir meu riso e derramar meu pranto
Ao seu pesar ou seu contentamento.
E assim, quando mais tarde me procure
Quem sabe a morte, angústia de quem
vive
Quem sabe a solidão, fim de quem ama.
Eu possa me dizer do amor (que tive):
Que não seja imortal, posto que é chama
Mas que seja infinito enquanto dure.*

Vinicius de Moraes

Resumo

O presente trabalho tem por objectivo acompanhar a implementação e apresentar os resultados da aplicação de um projecto Seis Sigma no processo de manufactura de uma indústria produtora de capas para bancos de automóveis denominada Corte & Costura, situada na zona norte de Portugal.

A empresa, que é líder no seu sector, já aplica a metodologia em várias de suas instalações espalhadas pelo mundo, porém, na fábrica Corte & Costura é a primeira vez que a metodologia é colocada em prática.

Seguindo a metodologia, uma equipa Seis Sigma foi formada, as metas foram estipuladas pela equipa em conjunto com a gestão de topo e, deu-se então início ao projecto que teve duração entre os meses de Março de 2008 e Novembro de 2008, porém, as metas estabelecidas deveriam ser alcançada no período de um ano, ou seja, entre os meses de Março de 2008 e Março de 2009.

Com a utilização do ciclo DMAIC e as ferramentas da qualidade adequadas para cada fase do ciclo, a equipa Seis Sigma conseguiu detectar quais os pontos de melhoria no processo de corte. Com a aplicação de um conjunto de acções tais como melhorias no fluxo de sucatas, imputação de custos aos fornecedores e controlo da metragem dos rolos de tecidos, os gastos de tecido foram reduzidos de acordo com a meta estipulada e houve ganhos financeiros além do esperado.

Palavras-chave: Manufactura, Processo de corte, Bancos para automóveis, Seis Sigma, Perdas, DMAIC, “Green Belt”, “Black Belt”, “Master Black Belt”.

Abstract

This document aims to describe the implementation, as well as the results, of a Six Sigma Project applied on a manufacturing process of a Cut & Sew industry that produce covers for car seats on the north of Portugal.

This Cut & Sew industry belongs to a Company that is the leader of the market and applies the Six Sigma methodology in many of its installations all over the world. For the Cut & Sew industry, object of this case, the Six Sigma methodology has been deployed for the first time.

Following the Six Sigma methodology, a team was nominated, its targets have been set by the Six Sigma team and the management team and the project was deployed from March 2008 up to November 2008. The results of this project were followed from March 2008 and March 2009.

Using DMAIC cycle and quality tools for each phase of this cycle, the Six Sigma team was able to detect the improvement opportunities on cutting activity and implement some actions as: scrap flow improvement, supplier cost imputation and systematic fabric length measurement. With this group of actions the project reached the defined targets for fabric consumption reduction and improved financial results more than expected.

Key words: Manufacturing, Cutting Process, Car Seats, Six Sigma, Wastes, DMAIC, “Green Belt”, “Black Belt”, “Master Black Belt”.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	III
NOMENCLATURA.....	V
INTRODUÇÃO	1
PARTE I – REVISÃO DA LITERATURA	2
1 O QUE É SEIS SIGMA?	2
2 INGREDIENTES CHAVE PARA EFECTIVA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA SEIS SIGMA	2
2.1 Seis Sigma e seus fundamentos.....	3
2.2 Reais benefícios do Seis Sigma.....	4
2.3 Ingredientes chaves do programa Seis Sigma: Uma visão geral.....	4
2.3.1 Envolvimento e compromisso da gestão	6
2.3.2 Mudança da cultura	6
2.3.3 Infra-estrutura organizacional	7
2.3.4 Formação.....	7
2.3.5 Competências da gestão de projectos.....	8
2.3.6 Selecção e hierarquização de projecto, revisão e monitorização.....	8
2.3.7 Compreensão da metodologia Seis Sigma	9
2.3.8 Interligando o Seis Sigma e a estratégia do negócio	9
2.3.9 Interligando Seis Sigma ao cliente	9
2.3.10 Interligando Seis Sigma aos recursos humanos.....	10
2.3.11 Interligando Seis Sigma aos fornecedores.....	10
3 TRÊS TRANSIÇÕES PARA O SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO SEIS SIGMA	11
4 ANÁLISE SWOT DO SEIS SIGMA.....	14
5 AS MELHORIAS EM QUALIDADE TRAZEM RESULTADOS?.....	14
6 MÉTODOS E FERRAMENTAS SEIS SIGMA.....	16
6.1 Os métodos.....	16

6.2 As ferramentas clássicas.....	18
6.2.1 Folhas de verificação.....	18
6.2.2 Diagrama de Pareto ou gráfico de Pareto.....	19
6.2.3 Diagrama de Ishikawa.....	19
6.2.4 Histograma.....	20
6.2.5 Diagrama de dispersão.....	20
6.2.6 Cartas / Gráficos de controlo.....	20
6.2.7 Fluxograma.....	21
6.2.8 Brainstorming.....	21
6.2.9 5W1H.....	22
6.3 As sete novas ferramentas da qualidade.....	22
6.3.1 Diagrama de relações / inter-relações.....	22
6.3.2 Diagrama de afinidades.....	23
6.3.3 Diagrama em árvore.....	23
6.3.4 Matriz de prioridades.....	24
6.3.5 Gráfico de decisão do processo (PDPC).....	24
6.3.6 Diagrama de matriz.....	24
6.3.7 Diagrama de Actividades.....	25
PARTE II - ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO.....	25
7 A INDÚSTRIA DE AUTOMÓVEIS EUROPEIA.....	25
7.1 Implementação do Seis Sigma na indústria ABC.....	26
7.2 Implementação do Seis Sigma na Ford.....	28
7.3 Implementação do Seis Sigma na Volvo, Ericsson e SKF.....	31
7.4 Implementação do Seis Sigma na Celestia.....	36
8 CASO PRÁTICO: APLICAÇÃO DE SEIS SIGMA NA LINHA DE PRODUÇÃO DE CAPAS PARA BANCOS DE AUTOMÓVEIS.....	39
8.1 Definições do processo e do produto.....	39

8.2 A Metodologia Seis Sigma.....	40
8.3 Desenvolvimento dos 5 passos do DMAIC	41
8.3.1 Definir	41
8.3.2 Medir	45
8.3.3 Analisar	51
8.3.4 Melhorar (Improvement).....	54
8.3.5 Controlar	55
9 RESULTADOS.....	57
9.1 Consumo de material.....	57
9.2 Resultados financeiros.....	59
10 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	67

LISTA DE FIGURAS

Ilustração 1: Visualização do processo original.....	2
Ilustração 2: Visualização do processo com variação reduzida	2
Ilustração 3: Factores de sucesso	36
Ilustração 4: Crescimento da indústria EMS.....	37
Ilustração 5: Capa.....	40
Ilustração 6: Equipa Seis Sigma.....	41
Ilustração 7: Planeamento	42
Ilustração 8: Variáveis e metas.....	43
Ilustração 9: Objectivos.....	44
Ilustração 10: SIPOC – Suppliers, process, outputs and customers.....	44
Ilustração 11: Mapa do processo.....	45

Ilustração 12: Diagrama de causa e efeito.....	46
Ilustração 13: Matriz de causa e efeito.....	47
Ilustração 14: Gráfico de pareto.....	48
Ilustração 15: FMEA.....	49
Ilustração 16: Controlo da metragem dos tecidos	49
Ilustração 17: Performance da equipa	50
Ilustração 18: Histograma	51
Ilustração 19: Gráfico Dot-plot	51
Ilustração 20: Gráfico de diferença de metragem do tecido Anjou.....	52
Ilustração 21: Gráfico da diferença das medições a partir da abordagem ao fornecedor	52
Ilustração 22: Gráfico Dot-Plot da diferença das medições a partir da abordagem ao fornecedor	53
Ilustração 23: Gráfico da diferença entre o real e o standard	53
Ilustração 24: Projecção dos ganhos financeiros.....	54
Ilustração 25: Instruções de trabalho.....	55
Ilustração 26: Fotografias da mesa de corte – parte da instrução de trabalho de controlo da metragem	55
Ilustração 27: Plano de acções	56
Ilustração 28: Planeamento – final do projecto.....	56
Ilustração 29: Consumo de tecido Starting de Fevereiro 08 a Março 09	58
Ilustração 30: Consumo de tecido Anjou de Fevereiro 08 a Março 09	58
Ilustração 31: Ganhos financeiros Março 08 a Março 09	60

NOMENCLATURA

Abreviações:

ML – Metro linear

Siglas:

BB - Black belt

CEO - Chief executive officer

CPK - Centralização do processo

CSF's - Factores críticos de sucesso ("Critical success factors")

CTQ's - Críticos para qualidade ("Critical to quality")

DMADV - Defini, Medir, Analisar, Design detalhes e Verificação da concepção

DMAIC - Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar

DPMO - Defeito por milhão de oportunidades

EMS - Indústria de serviços electrónicos ("Electronic manufacturing service")

FMEA - Análise dos modos de falhas e efeitos ("Failure modes and effects analysis")

GAP - Grupo autónomo de produção

GB - Green Belt

GE - General Electric

K - Mil

LIE - Limite inferior de especificação

LSE - Limite superior de especificação

MBB - Master Black Belt

OEM - Fabricante de equipamento original ("Original equipment manufacturer")

PDPC - Gráfico de decisão do processo

PPM - Parte por milhão

QM - Gestão da qualidade ("Management quality")

SCM - Gestão da cadeia de distribuição ("Supply chain management")

SIPOC - Fornecedores, Entradas, Processos, Saídas e Clientes (Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers)

TI - Tecnologia da informação

TQM - Gestão da qualidade total ("Total quality management")

USA - Estados Unidos da América

Relação dos termos em Inglês:

Black Belt - Faixa preta;

Brainstorming - Reunião de várias pessoas para obter ideias;

Coaching - Formação;

Customers - Clientes;

Data mining - Base de dados;

Expert - Especialista;

Feedback - Retorno;
Financial - Financeiro;
Green Belt - Faixa verde;
How - Como;
Inputs - Entradas;
Lean – Magra;
Master Black Belt - Mestre faixa preta;
Outputs - Saídas;
Place – Lugar, praça;
Process - Processos;
Process owner - Dono do processo;
Saving - Economia;
Suppliers - Fornecedores;
Target - Meta;
Team - Time;
What - O que;
When - Quando;
Where - Onde;
Who - Quem;
Why - Por que.

INTRODUÇÃO

As empresas estão constantemente à procura de formas de reduzir custos e satisfazer os seus clientes para serem competitivos. O Seis Sigma é uma ferramenta poderosa que possui uma metodologia estruturada com foco na redução do tempo de ciclo, redução drástica de defeitos e satisfação do cliente.

A metodologia Seis Sigma surgiu na década de 80 na Motorola, que confrontada com uma forte perda de competitividade de seus produtos para os concorrentes, decidiu levar a questão da qualidade a sério.

Mais tarde, em 1996, a empresa americana General Electric (GE) propôs o desafio de atingir o nível 6 sigma em todos os seus processos, desde o projecto de fabricação até os serviços. O caso da GE foi o mais famoso e bem sucedido na aplicação do Seis Sigma e isso deve-se em grande parte ao apoio constante do então presidente executivo, Jack Welch.

O programa Seis Sigma redefine qualidade como o valor agregado por um esforço produtivo e procura que a empresa alcance os seus objectivos estratégicos. Cada vez que acontece um erro, a empresa desperdiça tempo e dinheiro para corrigi-lo, isso quer dizer que, ao projectar e fabricar produtos quase sem defeitos, ou a prevenir possibilidade de erros, ela está a conter gastos.

O objectivo principal deste trabalho é mostrar a eficiência da aplicação da metodologia Seis Sigma para a redução de perdas na área do corte de uma indústria produtora de capas para bancos de automóveis. Em um período de oito meses busca-se alcançar uma redução de desperdício de tecido do tipo Starting em 10% e do tipo Anjou em 5%, e uma economia anual de 119K€. Como objectivo secundário está o desenvolvimento de capacidades nos participantes do processo podendo transformá-los em Green Belts e motivá-los através de um impulso na carreira.

Apesar da empresa em estudo ser uma filial de uma grande multinacional e de já utilizar a metodologia Seis Sigma não apenas no processo de manufactura, mas também em outras áreas da organização, o escopo do trabalho será apenas a área do corte da fábrica Corte & Costura, localizada na zona norte de Portugal. O processo em estudo é o primeiro caso de aplicação da metodologia nesta fábrica.

PARTE I – REVISÃO DA LITERATURA

1 O QUE É SEIS SIGMA?

O Seis Sigma é uma estratégia de negócio e uma metodologia sistemática, o que leva a um salto na rentabilidade por meio de ganhos de produto / serviço de qualidade, satisfação do cliente e produtividade.

O objectivo principal desta estratégia pode ser definido de uma forma simples: conseguir zero erros em todo o desempenho da gestão na empresa. A ideia é assim obter um nível mínimo, próximo de zero, ao nível das falhas da produção. A metodologia Seis Sigma consiste na redução drástica da variabilidade até um nível de 3,4 ppm (6 desvios padrão) da média até a especificação superior ou inferior.

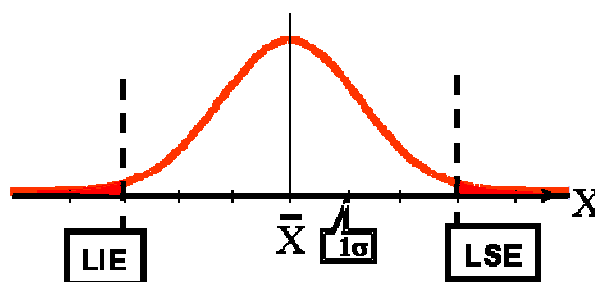


Ilustração 1: Visualização do processo original
Fonte: Internet.

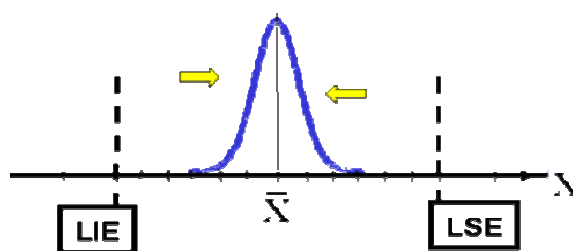


Ilustração 2: Visualização do processo com variação reduzida
Fonte: Internet.

2 INGREDIENTES CHAVE PARA EFECTIVA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA SEIS SIGMA

O conceito de implementação do processo seis sigma foi pioneiro na Motorola em 1980 e o objectivo era reduzir o número de defeitos para tão baixo quanto 3.4 partes por

milhão de oportunidades, ou seja, o objectivo era diminuir os custos de qualidade, por exemplo: custo de não fazer a coisa direito na primeira vez, custos de não constatar as necessidades dos clientes, etc. Depois da Motorola, outras companhias como a Texas Instruments, Allied Signal, Kodak, General Electric, Sony, etc. alegaram terem conseguido grandes economias com a implantação do projecto seis sigma.

O Seis Sigma consiste na aplicação de estatística na resolução de problemas, no uso de ferramentas e técnicas de uma forma metódica e sistemática para adquirir conhecimento, que conduz à descoberta de melhorias com grande impacto sobre os resultados.

Enquanto a meta original do Seis Sigma era focar no processo de manufactura, hoje, Marketing, Compras e facturação são funções que também embarcam na estratégia de Seis Sigma com o objectivo de reduzir completamente os defeitos dos processos organizacionais.

2.1 Seis Sigma e seus fundamentos

O Seis Sigma tem diferentes interpretações e definições para diferentes pessoas. É uma metodologia formal e disciplinada para definir, medir, analisar, melhorar e controlar processos. Segundo Hoerl (1998), a ideia fundamental por trás da filosofia Seis Sigma é reduzir continuamente a variação nos processos e o objectivo é a eliminação de defeitos ou falhas de todos os produtos, serviços e processos transaccionais.

Seis Sigma pode ser definido em dois termos: de negócios e estatístico. Nos termos do negócio, Seis Sigma é uma melhoria da estratégia do negócio usado para aumentar a rentabilidade, para diminuir as perdas, para reduzir os custos de qualidade e para melhorar a efectividade e a eficiência de todas as operações que satisfaçam ou mesmo excedam as expectativas dos clientes. (Antony e Banuelas, 2001). Nos termos estatísticos, a ferramenta é um termo que refere 3.4 defeitos por milhões de oportunidades (DPMO), onde sigma é um termo usado para representar o processo de variação média.

Uma das chaves para o sucesso do programa Seis Sigma é a abordagem do passo-a-passo ou roteiro, usando definição, medição, análise, melhoramento e controle. É a metodologia DMAIC. A fase de definição consiste na definição do problema e definição das características críticas de qualidade, sendo a mais importante para o cliente. Na fase medir, selecciona-se as saídas mais apropriadas das características qualitativas a serem melhoradas e estabelece-se qual é o desempenho inaceitável ou os defeitos por cada característica. Depois

disso, é preciso colectar dados preliminares para evoluir o desempenho de processo actual e a capacidade.

Na fase de análise, é preciso analisar as causas raízes dos defeitos ou erros (os Xs ou variáveis de entrada). Na fase melhorar, é necessário reduzir a taxa de defeito ou o número de defeitos usando simples, mas poderosas ferramentas/técnicas de estatística.

Para alguns processos são necessárias várias voltas até alcançar a melhoria desejada do processo de desempenho ou capacidade. Na fase de controlo, torna-se necessário sustentar a melhoria que tem sido conseguida a partir da fase de melhoria.

2.2 Reais benefícios do Seis Sigma

O processo de Seis Sigma acentua o retorno financeiro do balanço de uma organização. Tem sido bem sucedido em muitas organizações onde o desempenho é melhorado além do que poderia ser obtido por outros meios. A seguir apresentam-se os benefícios chave adquiridos pela Motorola e GE a partir da aplicação da ferramenta:

Motorola (1987-1994):

- ✓ Reduzidos nos processos o nível de defeitos para um factor de 200;
- ✓ Custos de manufactura reduzidos em 1.4 bilhões de dólares;
- ✓ Cota de accionistas aumentou quatro vezes.

General Electric (1995-1998):

- ✓ A companhia economizou mais de 1 bilhão.

2.3 Ingredientes chave do programa Seis Sigma: Uma visão geral

A fim de gerir e otimizar as saídas dos processos, é importante que se identifiquem as variáveis de saída chave, as quais influenciam as saídas. O ingrediente chave do Seis Sigma desempenha um papel idêntico ao das variáveis de saída para qualquer processo. A partir de agora serão brevemente revelados os ingredientes chave necessários para implementação do programa Seis Sigma.

A ponderação relativa dos factores críticos de sucesso (CSFs em inglês) irá ajudar as pessoas a entender quais são os ingredientes essenciais para implementar um processo Seis Sigma de sucesso e quais os ingredientes não essenciais para o sucesso. Além de ajudar as pessoas a obterem melhor entendimento do processo de implementação de Seis Sigma.

Vários autores como Antony e Banuelas (2002), Henderson e Evans (2000) têm estudado os factores críticos de sucesso para a implementação do Seis Sigma. Antony e Banuelas (2002), Henderson e Evans (2000) e Goh (2002) consideram como mais importantes os seguintes factores críticos de sucesso:

- Comprometimento da gestão de topo, descendo por toda a organização, desde que isto ajude a influenciar e a reestruturar os negócios da organização e a mudança cultural da atitude individual dos funcionários em direcção a qualidade em um pequeno período de implementação;
- Educação extensiva e formação em Seis Sigma, gestão do projecto e certificações dos processos que resultam em Green Belts, Black Belts e Master Black Belts;
- Mudança na cultura e na estrutura organizacional, orientada para o projecto, e mudança na comunicação dos planos e canais, para motivar os participantes a ultrapassar a resistência e para educar gestores seniores, funcionários e clientes quanto aos benefícios do Seis Sigma;
- Medir o sucesso em termos financeiros, desde que isso facilite a aceitação por parte dos funcionários e ajude-os a relacionar os ganhos financeiros aos resultados do projecto Seis Sigma.

Outros factores, não menos importantes são: Foco da estratégia no cliente, ênfase na qualidade e nas especificações do produto, gestão dos recursos humanos e a relação entre comprador e fornecedor, ênfase nos níveis de desempenho do Seis Sigma, claro desempenho de métricas com o objectivo de manter uma abordagem orientada e expansão do Seis Sigma para a gestão dos recursos humanos e para os processos organizacionais (Chakrabarty e Tan, 2007; Waterbury e Bonilla, 2008).

Fryer (2007) amplia a lista e apresenta treze factores críticos de sucesso: Comprometimento da gestão, gestão do cliente, gestão do fornecedor, dados da qualidade, medidas e reportes, equipa de trabalho, comunicação, gestão dos processos, avaliação contínua, monitorização e assistência, formação e aprendizagem, envolvimento dos funcionários, gestão da cultura como meta, design do produto e estrutura organizacional.

A seguir estão melhor exemplificados os CSFs identificados a partir da literatura e considerados mais importantes na visão da autora:

2.3.1 Envolvimento e compromisso da gestão

Qualquer iniciativa para ser bem sucedida requer envolvimento e disposição de recursos apropriados e formação (Halliday, 2001). Os princípios subjacentes do Seis Sigma devem ser ensinados ao gerente sénior da organização.

Jack Welch, o CEO da GE, foi fortemente influenciado e activou uma reestruturação da organização do negócio e mudou a atitude dos empregados em direcção ao Seis Sigma (Henderson e Evans, 2000). Sem a continuidade do suporte e o comprometimento do gerente de topo, a real importância da iniciativa será colocada em dúvida e a energia detrás disto será enfraquecida (Pande et al., 2000).

2.3.2 Mudança da cultura

O sucesso na introdução e implementação do Seis Sigma requer ajustamentos da cultura da organização e uma mudança de atitude dos colaboradores. Os colaboradores devem estar motivados e responder pela qualidade do seu próprio trabalho. É importante observar que quando o Seis Sigma foi inicialmente implementado na GE, os colaboradores foram os primeiros a ficar apreensivos e a pensar que teriam que aprender estatística. Isto deveu-se ao conceito errado de que Seis Sigma é essencialmente o uso de estatística.

Hoje, o Seis Sigma dentro da GE é a forma dos empregados fazerem o seu trabalho quotidiano e isto não é mais do que a mentalidade das pessoas com a última meta de “fazer a coisa certa da primeira vez”. A iniciativa Seis Sigma requer uma mentalidade correcta e atitude das pessoas que trabalham dentro da organização, independentemente do nível.

As pessoas dentro da organização devem conhecer e estar conscientes da necessidade da mudança. Companhias que tiveram sucesso na gestão da mudança identificaram que a melhor maneira para enfrentar a resistência à mudança é através do aumento e sustentação da comunicação, motivação e educação.

A revolução cultural na organização provoca dois receios individuais: medo de mudar e medo de não alcançar os novos padrões. Para vencer o medo da mudança em qualquer ambiente industrial, as pessoas envolvidas precisam de entender a necessidade da mudança. O

ideal seria criar um plano de comunicação que abordaria porque é que o Seis Sigma é importante e como a metodologia do Seis Sigma trabalha na organização (Hendricks e Kelbaugh, 1998).

Depois da implementação do projecto, o melhor é publicar resultados, mas estes não devem restringir-se apenas aos casos de sucesso, mas também admitir e comunicar os bloqueios. Isto ajudaria outros projectos em andamento a evitar os mesmos erros e aprender com estes.

2.3.3 Infra-estrutura organizacional

Para além da gestão de topo, também é necessário ter uma efectiva infra-estrutura organizacional para suportar a introdução e desenvolvimento do programa dentro da organização. Os operadores que praticam Seis Sigma na organização são geralmente altamente treinados, foram submetidos a rigorosas formações estatísticas, e lideram equipas na identificação, execução e gestão do projecto.

Em algumas organizações, o projecto Seis Sigma é liderado pelo CEO ou pelo Vice-Presidente. Isto será seguido pela formação de Master Black Belts, Black Belts, Green Belts e outros membros do time que são individuais e que suportam projectos específicos nas suas áreas (Harry e Schroeder, 2000).

Além do sistema Belt, o programa também requer patrocinadores, os quais fornecem informações para o time do projecto, encontram e negociam recursos e o orçamento para o projecto.

A escolha do momento certo e a boa vontade da organização também são importantes. Isto é porque o esforço Seis Sigma requer grande quantidade de recursos tal como o comprometimento dos empregados, comprometimento do gerente de topo, tempo, energia e custos.

2.3.4 Formação

É crítico comunicar tanto o “porquê” e o “como” do Seis Sigma o mais cedo possível, e dar oportunidade às pessoas de melhorarem o seu nível de conforto através das aulas de formação (Hendricks e Kelbaugh, 1998) antes de introduzir os colaboradores no mundo Seis Sigma.

Existe normalmente uma hierarquia de especialização que é identificada pelo “Sistema Belt”. O sistema Belt assegura que todos na organização estão a falar a mesma linguagem. Isto torna a criação e execução do projecto muito mais fácil em toda a organização.

O curriculum no sistema Belt varia de organização para organização e de consultor para consultor. Por exemplo, a formação para tornar-se um Black Belt dentro da Motorola é de no mínimo um ano. A qualificação como Black Belt é muito importante quando um colaborador está a ser considerado para uma promoção.

2.3.5 Competências da gestão de projectos

Como Seis Sigma é um projecto dirigido pela metodologia, é uma boa prática para os membros da equipa ter competências de gestão de projectos para satisfazer os vários prazos ou metas durante o curso do projecto (Antony e Banuelas, 2001).

2.3.6 Selecção e hierarquização de projecto, revisão e monitorização

Tem que haver critérios adequados para a selecção e hierarquização de projectos. Projectos mal seleccionados e mal definidos conduzem a atrasos nos resultados e também a uma grande dose de frustração.

Pande *et al.* (2000) define três categorias genéricas de critérios de projecção e selecção. Estes são:

1. Critério dos benefícios empresariais:
 - Impacto na reunião de exigências do cliente externo;
 - Impacto financeiro;
 - Impacto nas competências essenciais.
2. Critério de Viabilidade
 - Recursos necessários;
 - Complexidade;
 - Dados técnicos disponíveis.
3. Critério de Impacto Organizacional
 - Benefício das funções cruzadas;
 - Benefícios de aprendizagem, por exemplo, novos conhecimentos sobre o negócio, cliente e processos.

A revisão do projecto deve ser conduzida com uma programação regular a fim de guiar os projectos a uma conclusão e encerramento bem sucedidos. É uma boa prática ter um sistema de acompanhamento de projecto para acompanhar todos os projectos que são apresentados para consideração, aceites para implementação, em andamento e concluídos.

2.3.7 Compreensão da metodologia Seis Sigma

Uma grande parte da formação Seis Sigma envolve aprender os princípios por detrás da metodologia. Durante a formação, os colaboradores aprendem três grupos de ferramentas e técnicas, as quais dividem-se em melhora do processo, ferramentas e técnicas.

Para muitos projectos Seis Sigma, geralmente simples ferramentas de estatística ou ferramentas de qualidade são mais do que suficientes para atacar o problema. No entanto, para um maior avanço na melhoria dos processos empresariais, algumas ferramentas e técnicas estatísticas avançadas são necessárias.

Além disso tem que haver um conjunto claro de métricas que são usadas para medir o desempenho do processo em relação as necessidades dos clientes. Exemplos dessas métricas são a taxa de defeito, custos de uma má qualidade, etc. São igualmente necessários dados exactos para analisar potenciais causas raiz e apoiar as equipas de decisão.

2.3.8 Interligando o Seis Sigma e a estratégia do negócio

O Seis Sigma não pode ser tratado como uma actividade autónoma. O programa requer adesão de toda uma filosofia, e não apenas o uso de algumas ferramentas e técnicas de melhoria da qualidade (Dale, 2000).

Uma vez que o objectivo da organização é obter lucros, o projecto Seis Sigma torna o negócio rentável enquanto ataca a variabilidade, a qual leva a alta taxa de sucata, alta taxa de retrabalho e baixa de produtividade.

Em todo projecto, a ligação entre os objectivos do projecto e as estratégias do negócio devem ser identificados.

2.3.9 Interligando Seis Sigma ao cliente

O elemento chave de sucesso do programa Seis Sigma é esta habilidade de ligação com o cliente. Os projectos deveriam começar com a determinação das necessidades dos clientes (Harry e Schroeder, 2000).

O processo de interligação do Seis Sigma com o cliente pode portanto ser dividido em dois importantes passos:

- 1) Identificação dos processos essenciais, definição dos outputs chave destes processos e definição dos clientes chave aos quais o processo serve.
- 2) Identificação e definição das necessidades dos clientes e dos seus requisitos.

Um problema importante aqui é a selecção das características críticas para qualidade (CTQs). Estas CTQs devem ser identificadas quantitativamente na fase inicial da metodologia Seis Sigma.

A implantação da função qualidade é uma técnica poderosa para entender as necessidades dos clientes e traduzi-las em requisitos da engenharia ou design. Na indústria de serviço, as necessidades dos clientes são frequentemente ambíguas, subjectivas e pobremente definidas.

2.3.10 Interligando Seis Sigma aos recursos humanos

Ações baseadas nos recursos humanos devem ser colocadas em prática para promover um comportamento desejado e resultados. Alguns estudos mostram que 61% do resultado das companhias está ligado às suas recompensas e à sua estratégia de negócio, enquanto as empresas com baixos resultados não criam esta ligação (Harry e Schroeder, 2000).

Em todos os negócios da GE ninguém pode ser promovido sem a formação completa e um projecto Seis Sigma concluído. Esta, por si própria é uma impressionante forma de conduzir o comportamento (Hendricks e Kelbaugh, 1998). Além disso, Jack Welch da GE exige que o Black Belt gira o projecto para provar que os problemas estão permanentemente fixos.

2.3.11 Interligando Seis Sigma aos fornecedores

Muitas organizações que implementam Seis Sigma acham isto benéfico para estender a aplicação dos princípios Seis Sigma para a gestão da sua cadeia de suprimentos. Não se

pode ter uma companhia Seis Sigma sem a participação dos fornecedores na mudança cultural.

Por trás da filosofia Seis Sigma, um caminho para reduzir variabilidade é ter poucos fornecedores com elevados níveis sigma de aptidão funcional (Pande *et al.*, 2000).

3 TRÊS TRANSIÇÕES PARA O SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO SEIS SIGMA

A General Electric, a Motorola e outras grandes empresas conseguiram obter sucesso e ganhos financeiros na implementação do Seis Sigma, no entanto a literatura recente tem revelado o fracasso da aplicação destas metodologias em muitas empresas. Neste contexto Devadasan, Goyal e Sadagopan (2005) desenvolveram um trabalho de pesquisa em empresas Indianas para orientar e preparar as empresas para a implementação com êxito do programa Seis Sigma. Os autores apresentam três transições críticas a que as organizações devem ser submetidas antes de implementar o programa Seis Sigma.

Segundo Devadasan, Goyal e Sadagopan (2005) a primeira transição que deve ocorrer em uma empresa que pretende obter sucesso na implementação do Seis Sigma é a transição física, ou seja, de pessoas, materiais, dinheiro e máquinas. De acordo com esta exigência de transição, os funcionários seleccionados a participarem do projecto devem reunir-se em uma célula especial a ser desenvolvida especialmente para a realização do projecto. O dinheiro deve estar disponível para que o dono do projecto (que pode ser o gestor da empresa, o Master Black Belt ou mesmo um outro funcionário escolhido para esta função) possa gastá-lo quando e como for necessário. Os materiais necessários ao desenvolvimento do projecto também devem ser transportados para a célula criada, assim como as máquinas, no entanto, em empresas onde as máquinas ou equipamentos envolvidos no projecto são grandes e fixas ou não podem ser transportadas, elas devem ser marcadas de alguma forma para indicar que fazem parte do projecto em andamento.

A segunda transição é a psicológica, os gestores e funcionários devem estar preparados e sentirem-se confortáveis para realizar o projecto Seis Sigma. A troca de ideias e conhecimentos é muito importante para o projecto, por isso os gestores devem fazer com que seus funcionários sintam-se confortáveis em contribuir com ideias que possam ajudar no alcance do objectivo de reduzir defeitos e alcançar os 3,4 DPMO (defeitos por milhão). Uma boa sugestão é criar um sistema electrónico onde os empregados possam colaborar com ideias

anonimamente, ou criar um sistema de recompensas financeiras e/ou não financeiras que promova a participação das pessoas com novas ideias.

A terceira transição está ligada a mentalidade. A adopção dos princípios estatísticos a partir do século 20 criou uma mentalidade de que zero defeitos é uma realidade inatingível, isso ocorre porque o controlo da qualidade estatística instalado nas organizações permite que os funcionários sejam complacentes com defeitos que estejam dentro do nível de três sigma, e por este motivo não exploram como deveriam a tecnologia e os modelos de gestão para alcançar o zero defeito. Tanto a gerência como os empregados devem desenvolver uma mentalidade de criação de processos alternativos que possibilitem o alcance do 3,4 DPMO.

É uma tarefa difícil determinar a ordem, o tipo e os níveis das actividades preparatórias para a transição em organizações que actuam em diferentes níveis sigma (nem todas as organizações trabalham com o mesmo nível sigma de qualidade). A fim de sistematizar estas actividades Devadasan, Goyal e Sadagopan (2005) propõem alguns passos para orientar as organizações na realização das três transições necessárias para o sucesso do Seis Sigma. Estes passos são:

- Primeiro passo: garantir que a gestão está interessada em implementar o programa Seis Sigma.
- Segundo passo: escolher um projecto que mostre-se crítico para a performance da qualidade organizacional e medir o seu valor sigma, se este valor estiver abaixo de 3, isto significará que esta organização não leva a sério as tradicionais actividades de controlo e nesta organização a transição será muito mais complicada, ou até nem deve ser levada adiante. Se o valor for maior do que 6 as actividades preparatórias para a transição podem ser dispensadas. Se o resultado da medição estiver entre 3 e 6, então esta organização é a candidata certa para aplicação do programa, mas terá que realizar as actividades preparatórias conducentes as três transições
- Terceiro passo: após a conclusão da escolha do projecto, os níveis actuais das três transições devem ser avaliados.
- Quarto passo: em seguida, as actividades inacabadas devem ser executadas a fim de concluir as três transições. Depois disso o processo crítico para a qualidade escolhido pelos gestores deve ser reavaliado até que seu nível sigma esteja em 6 ou mais.

As fases para as três transições necessárias a implementação do programa Seis Sigma foram estudadas em uma empresa de fabrico Indiana.

A empresa escolhida está localizada na Cidade de Coimbatore, Índia. A empresa começou no ano de 1970 como uma pequena unidade fabril de buzina para automóvel, nos últimos anos, várias novas unidades foram lançadas em sucessão e, agora, a empresa tornou-se um grupo composto de 11 unidades. O grupo é constituído não só de unidades de produção, mas também de duas unidades de serviço. A empresa tem vindo a promover um incentivo de partilha de lucro, o que criou uma relação cordial entre a administração e os trabalhadores. A empresa também utiliza kaizens e por este motivo, os empregados, mesmo os com pouca experiência educacional têm sido treinados para resolver problemas de uma forma científica e apresentar soluções utilizando modernos meios instrucionais.

A produção de um componente chamado “rolo de tensão” foi escolhida por ser um projecto crítico para a qualidade. A fim de encontrar o nível de qualidade, 20 lotes, cada um com 125 unidades de "rolo de tensão", foram analisados. O número de componentes com defeitos foi de 344, ou seja, o nível sigma encontrado foi de 44866.66 DPMO que de acordo com a tabela de conversão sigma equivale a 4.2. (Pande et al., 2000). Este resultado mostra que a empresa, mesmo aplicando outras formas de controlo de qualidade, limita-se apenas a atingir os 3 sigmas ou próximo disto, e que é uma boa candidata a realizar um projecto Seis Sigma e preparar as actividades a serem realizadas para as três transições.

Uma lista de actividades inacabadas foi criada para que a empresa executasse na companhia as três transições:

- 1) Adquirir divisórias para separar a área do projecto do Seis Sigma das demais áreas e colocar rodinhas nos equipamentos que possam ser transportados para que estes possam estar na área do Seis Sigma durante o projecto e que possam voltar ao local de origem ao final do projecto;
- 2) Treinar os funcionários para o novo projecto;
- 3) Criar uma unidade livre da influência da gestão para que os funcionários contribuam com seus conhecimentos e estes possam ser ouvidos pela gestão;
- 4) Organizar reuniões semanais onde os funcionários possam relatar as experiências em suas áreas para alcançar zero defeitos e para as melhores ideias oferecer prémios em dinheiro.

Devadasan, Goyal e Sadagopan (2005) afirmam que as organizações que tentam implementar o programa Seis Sigma, sem a realização de um desenho de actividades que os prepare para as transições (se necessário), estará voltada para o maior risco de não conseguir implementar o programa Seis Sigma com sucesso.

4 ANÁLISE SWOT DO SEIS SIGMA

Goh et al. (2006) analisaram os pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças (SWOT) associados a aplicação da versão comum do Seis Sigma. Algumas estatísticas de engenharia e aspectos de gestão são considerados. Assim, uma técnica realista, assim como a revisão da gestão dos Seis Sigma, são feitas 20 anos após o seu início.

- Pontos fortes: foco no cliente, entrada de dados e abordagem estatística para resolução de problemas, apoio da gestão de topo, envolvimento, equipas de projecto bem estruturadas, quadro de resolução de problemas que possa ser facilmente compreendido, projectos orientados para o resultado, desenvolvimento sistemático dos recursos humanos e desempenho das linhas de produção com gargalos.
- Pontos fracos: alto investimento, forte dependência da cultura corporativa, normas não aceites uniformemente e nível Sigma não validado para os processos transaccionais.
- Oportunidades: mercados altamente competitivos e clientes exigentes, rápido desenvolvimento da tecnologia da informação e do *data mining*, crescente interesse na investigação da qualidade e confiabilidade na engenharia, implementação anterior de programas de qualidade que estabeleceram uma aprovação do Seis Sigma.
- Ameaças: resistência a mudança, mercado de trabalho altamente competitivo e condições conjunturais.

Dois dos elementos chave de sucesso do Seis Sigma são o compromisso da alta gerência e a cultura corporativa. Se a gestão de topo é altamente empenhada e a cultura corporativa é dinâmica e receptiva à mudança, o Seis Sigma pode ser bem sucedido como uma iniciativa estratégica para melhoria do retorno financeiro e da excelência empresarial. A nível operacional, os projectos Seis Sigma não criam um impacto se os conceitos estatísticos necessários e as ferramentas não forem efectivamente aplicados, portanto, o domínio dos pormenores técnicos é essencial. (Goh, 2006).

5 AS MELHORIAS EM QUALIDADE TRAZEM RESULTADOS?

Segundo Chen e Tsou (2005) a qualidade é um dos principais temas de investigação actual em sistemas de produção. A má qualidade dos produtos diminui a satisfação do cliente, reduz a eficiência e aumenta os custos das operações comerciais. Assim, tem havido muitos

estudos sobre a relação entre qualidade e economia de produção ao longo das últimas duas décadas. Krishnan et al. (2000) examinaram a relação entre o ciclo de vida da produtividade e a qualidade na produção de software.

Salameh e Jaber (2000) consideraram uma situação especial de produção/inventário onde itens recebidos ou produzidos são de qualidade imperfeita. Ganeshan et al. (2001) analisaram a interação entre a economia no processo de produção e a qualidade sobre a perspectiva de má qualidade de Taguchi. Llore'ns-Montes et al. (2004) investigaram o impacto que a implementação do processo de melhoria da qualidade exerce sobre os processos de fabrico flexíveis.

O modelo proposto por Chen e Tsou (2005) procura avaliar o custo total da má qualidade e o retorno financeiro da melhoria da qualidade através do estudo de uma linha de montagem de assentos para automóveis que aplicou a metodologia Seis Sigma DMAIC.

O estudo foi realizado na Rica Auto Parts Co. Ltda, um fornecedor de bancos para automóveis. Esta empresa produz unidades de bancos de qualidade Premium e bancos para veículos secundários.

De acordo com o feedback do mercado, os clientes queixam-se do ruído de funcionamento dos bancos. A fim de diminuir os custos com a garantia e garantir o aumento da satisfação do cliente, o gerente de produção foi instruído a reduzir as reclamações pela garantia e avaliar o custo de produção da sua linha de montagem.

Na fase definir foram identificadas as sete grandes etapas de fabrico, as quais são: encapar a almofada, montar faixas deslizantes, montar encosto, encapar o encosto, ensaio funcional, embalagem e entrega ao armazém. Depois de identificá-las foram listados todos os factores que poderiam afectar cada etapa. Nesta fase também foram encontradas todas as causas raízes de reclamações pela garantia, cada uma delas foi analisada e chegou-se a uma conclusão de que 87% das garantias foram causadas pelo ruído de funcionamento dos bancos, 10% foram causadas por mal uso e 2% eram provenientes de outras causas. Com base na regra 80/20, o problema do ruído foi reconhecido como sendo a principal questão de qualidade.

Na fase medir, a ferramenta da qualidade FMEA foi utilizada para analisar o problema e verificou-se que a causa do ruído no funcionamento do banco era a falta de alinhamento entre o lado direito e esquerdo do deslizamento do banco. Havia um limite superior (404 mm) e um limite inferior (404 mm) para este alinhamento e quando a distância excedia as especificações o ruído era muito grande. O retrabalho para alinhar os bancos tinha o custo de 1 dólar por cada unidade.

Na fase da análise os objectivos do desempenho foram definidos, as principais fontes de variação foram identificadas e uma relação entre estes foi criada.

Na fase de melhoria, todas as causas potenciais de defeitos foram rastreadas e as soluções possíveis foram verificadas. Nesta fase decidiu-se adicionar um grampo em cada pino de montagem a fim de melhorar o dispositivo e para que o banco não sofresse alterações na sua estrutura depois da montagem. O custo desta adição dos grampos no dispositivo foi de 200 dólares.

A média e o desvio-padrão após a melhoria são de 402,103 milímetros e 0,43 milímetros. A capacidade do processo melhorou de 0,69 para 1,47 CPK, o ruído de funcionamento melhorou claramente e o processo como um todo alcançou um nível de 4,38 sigma.

Na fase do Controlo foram criados planos para controlar as medições no futuro e manter o progresso.

Depois de identificar os problemas do processo e de implementar as melhorias, o modelo de Tsou e Chen foi aplicado e chegou-se a conclusão que para 10 períodos de produção o custo sem a implementação da melhoria era de 62.805,5 euros e depois da melhoria este custo passou a ser de 62.075,8 euros. O estudo comprovou que para um desvio-padrão de 402,103 milímetros o investimento resulta em ganhos de qualidade, mas acima deste valor o investimento só aumenta e a qualidade não segue o mesmo padrão.

6 MÉTODOS E FERRAMENTAS SEIS SIGMA

6.1 Os métodos

O Seis Sigma inclui duas principais metodologias; DMAIC e DMADV. DMAIC é utilizada para um processo já existente. DMADV é utilizada para a criação de um novo produto ou processo. Usando DMADV para novos projectos normalmente pode resultar em um processo mais previsível e, por fim, produto de maior qualidade.

DMAIC

Há 5 passos importantes incluídos no DMAIC. São eles:

- “D” DEFINIR: Nesta etapa é necessário definir com precisão:
 - As necessidades e desejos dos clientes;
 - Transformar as necessidades e desejos dos clientes em especificações do processo, considerando a disponibilidade de fornecimento de insumos, a capacidade produtiva e o posicionamento do serviço ou produto no mercado, tendo em conta as ofertas dos concorrentes.
- “M” MEDIR: Nesta etapa é necessário medir com precisão o desempenho de cada etapa do processo, identificando os pontos críticos e passíveis de melhoria. Todas as vezes que ocorrem defeitos no processo ocorrem gastos adicionais de recursos para repor o nível de produção: insumos, tempo, mão-de-obra para executar a actividade. Esses custos precisam de ser mensurados.
- “A” ANALISAR: Analisar os resultados das medições permite identificar as “lacunas”, ou seja, determinar o que falta nos processos para atender e encantar os clientes. A busca da causa-raiz dos problemas leva ao desenvolvimento de hipóteses e à formulação de experimentos, visando à eficácia dos processos. Para realizar as melhorias nos processos são elaborados projectos ou planos de acção acompanhados de cronogramas, dimensionamento de recursos necessários, custos e retorno do investimento.
- “I” IMPLEMENTAR: O sucesso da implementação das melhorias está relacionado com a forma de venda do plano às pessoas, que deve contemplar a demonstração das vantagens que a mudança vai trazer e, sempre que possível, aproveitar suas contribuições na forma de operacionalizar a estratégia.
- “C” CONTROLAR: O estabelecimento de um sistema permanente de avaliação e controle é fundamental para garantia da qualidade alcançada e identificação de desvios ou novos problemas, os quais devem exigir acções correctivas e padronizações de procedimentos.

DMADV

Há 5 passos importantes incluídos no DMADV. São eles:

- “D” DEFINA: Na primeira etapa, deve-se definir o design e as metas que são ambos compatíveis com as exigências do seu cliente e as próprias metas da empresa.

- “M” MEDIDA: Nesta etapa, quatro coisas devem ser medidas. Elas incluem, CTQ's que defendem as críticas à qualidade, processo de produção de capacidade, as avaliações de risco e capacidade produto.
- “A” ANALISE: É importante que se use o processo de análise e desenho para desenvolver melhores alternativas que possam reduzir defeitos. Estes desenhos devem ser avaliados quanto à sua capacidade inerente de determinar se o desenho é o melhor disponível, ou se pode ser criada uma alternativa que pode ser melhor.
- “D” DESIGN DETALHES: Nesta etapa um desenho deve ser otimizado para funcionar no seu apogeu. Além disso, a fim de otimizar um desenho, o mesmo deve geralmente ser verificado. Embora a verificação seja o último processo, durante o decorrer do processo cada passo deve ser um degrau para o próximo passo.
- “V” VERIFICAÇÃO: Quando um desenho é analisado e testado, deve ser verificado. A verificação que ocorre normalmente é executada através de um piloto. Como é verificado através de um projecto-piloto executado, ele pode ser um passo para a plena produção.

6.2 As ferramentas clássicas

As ferramentas de qualidade ajudam as empresas a estabelecer melhorias da qualidade, a entender e organizar os processos. As ferramentas básicas do controlo da qualidade são: folhas de verificação, diagrama de Pareto, diagrama de causa e efeito, histograma, diagrama de dispersão, fluxograma, gráfico de controlo, brainstorming e 5W1H.

O processo Seis Sigma implementa de forma eficaz estas ferramentas, o que permite que grande parte dos problemas possa ser resolvidos. Cada ferramenta tem a sua própria utilização, sendo que não existe uma receita adequada para saber qual a ferramenta que será usada em cada fase do processo. Isto vai depender do problema envolvido, das informações obtidas, dos dados históricos disponíveis e do conhecimento do processo em questão em cada etapa.

6.2.1 Folhas de verificação

São formulários previamente planeados nos quais os dados colectados são preenchidos de forma fácil e concisa. Registam os dados dos itens a serem verificados permitindo uma

rápida percepção da realidade e uma imediata interpretação da situação, ajudando a diminuir erros e confusões.

6.2.2 Diagrama de Pareto ou gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto é um diagrama que apresenta os itens e a classe na ordem dos números de ocorrências, apresentando a soma total acumulada. Permite-nos visualizar diversos elementos de um problema auxiliando na determinação da sua prioridade.

É representado por barras dispostas em ordem decrescente, com a causa principal vista do lado esquerdo do diagrama, e as causas menores são mostradas em ordem decrescente ao lado direito. Cada barra representa uma causa exibindo a relevante causa com a contribuição de cada uma em relação à total. É uma das ferramentas mais eficientes para encontrar problemas.

Este diagrama de Pareto classifica os problemas da qualidade em “poucos vitais” e “muitos triviais”, demonstra que a maior parte dos defeitos, falhas, reclamações e os seus custos provêm de um número pequeno de causas. Se essas causas forem identificadas e corrigidas torna-se possível a eliminação de quase todas as perdas. É uma questão de prioridade.

O princípio de Pareto é conhecido pela proporção “80/20”. É comum que 80% dos problemas resultem de cerca de apenas 20% das causas potenciais. Dito de outra forma, 20% dos nossos problemas causam 80% das dores de cabeça.

6.2.3 Diagrama de Ishikawa

Também conhecido como Diagrama de Peixe ou Diagrama de Causa e Efeito, é uma ferramenta usada para mostrar as causas principais de uma acção, as quais dirigem para as sub-causas, levando ao resultado final.

Esta ferramenta foi desenvolvida em 1943 por Ishikawa na Universidade de Tóquio. Ele usou isto para explicar como vários factores poderiam ser comuns entre si e estar relacionados. Embora não identifique, ele próprio, as causas do problema, o diagrama funciona como um “veículo para produzir com o máximo de foco possível, uma lista de todas as causas conhecidas ou presumíveis, que potencialmente contribuem para o efeito

observado.” O diagrama pode não identificar causas mas nenhuma outra ferramenta organiza tão bem a procura.

6.2.4 Histograma

Um histograma é uma representação gráfica da distribuição de frequências de um conjunto de medições, normalmente um gráfico de barras verticais, composto por rectângulos justapostos em que a base de cada um deles corresponde ao intervalo de classe e a sua altura à respectiva frequência.

Quando o número de dados aumenta indefinidamente e o intervalo de classe tende a zero, a distribuição de frequência passa para uma distribuição de densidade de probabilidades. A construção de histogramas tem carácter preliminar em qualquer estudo e é um importante indicador da distribuição de dados.

6.2.5 Diagrama de dispersão

Este diagrama permite identificar a existência e a intensidade do relacionamento entre duas variáveis (correlação), uma dependente e outra independente. Se houver valores repetidos, é preciso fazer um círculo em volta deles tantas vezes quantas forem necessárias. Somente se pode afirmar que X e Y têm uma correlação, mas não que X é a causa e que Y é o efeito ou vice-versa.

6.2.6 Cartas / Gráficos de controlo

As cartas de controlo são elaboradas com o objectivo de monitorizar os processos. Esta monitorização permite verificar o estado de controlo estatístico dos processos: controlados ou fora de controlo. Existem dois tipos de cartas de controlo, são as cartas de controlo para variáveis, as quais estão destinadas a apresentar situações ligadas à medição de características e as cartas de controlo para atributos, as quais estão destinadas a apresentar situações ligadas a contagens.

Os gráficos de controlo sintetizam um amplo conjunto de dados, usando métodos estatísticos para observar as mudanças dentro do processo, baseado em dados de amostragem.

Pode nos informar em determinado tempo como o processo está a comportar-se, se ele está dentro dos limites preestabelecidos, sinalizando assim a necessidade de procurar a causa da variação, mas não mostrando como eliminá-la.

6.2.7 Fluxograma

É um resumo ilustrativo do fluxo das várias actividades e acontecimentos, fases e decisões de um processo. O fluxograma permite, não só que os processos sejam postos em causa, como também a identificação de duplicações, hiatos e pontos sem saída, facilitando a simplificação dos processos. É uma ferramenta fundamental, tanto para o planeamento (elaboração do processo) como para o aperfeiçoamento (análise, crítica e alterações) do processo.

O fluxograma facilita a visualização das diversas etapas que compõem um determinado processo, permitindo identificar aqueles pontos que merecem especial atenção por parte da equipa de melhoria. É basicamente formado por três módulos:

- **Início (entrada):** assunto a ser considerado no planeamento;
- **Processo:** consiste na determinação e interligação dos módulos que englobam o assunto. Todas as operações que compõe o processo;
- **Fim (saída):** fim do processo, onde não existem mais acções a serem consideradas.

6.2.8 Brainstorming

É uma Técnica de estimulação de criatividade de uma equipa, para gerar e esclarecer uma série de ideias, problemas ou questões. É a ferramenta mais comum na colecta de dados verbais. Ajuda, por exemplo, na construção do diagrama de causa e efeito. Os brainstormings podem ser:

- **Estruturados:** cada participante fala de uma vez, obedecendo a sequência ou;
- **Não Estruturados:** cada um fala ao obter uma ideia.

Após a identificação de um mediador, define-se o objectivo da sessão e cada membro apresenta uma única ideia por vez. Nessa etapa não se deve criticar nem discutir as ideias, apenas registar de maneira a que todos possam ver (num quadro por exemplo). Quanto mais opiniões surgirem, melhor.

6.2.9 5W1H

É um documento que identifica através de um inquérito as acções e as responsabilidades de quem irá executar um projecto de melhoria. Esta ferramenta é capaz de orientar as diversas acções que deverão ser implementadas. O 5W1H deve ser estruturado para permitir uma rápida identificação dos elementos necessários à implantação do projecto.

Os elementos podem ser descritos como:

- **WHAT - O que** será feito (etapas);
- **HOW - Como** deverá ser realizada cada tarefa/etapa (método);
- **WHY - Por que** deve ser executada a tarefa (justificativa);
- **WHERE - Onde** cada etapa será executada (local);
- **WHEN - Quando** cada uma das tarefas deverá ser executada (tempo);
- **WHO - Quem** realizará as tarefas (responsabilidade).

6.3 As sete novas ferramentas da qualidade

Estas novas ferramentas oferecem os melhores métodos para estimular o pensamento, explicitam relações de causa e efeito, organizam e sistematizam informações, revelam oportunidades ou problemas latentes, processam dados verbais, estimulam a criatividade, a geração de novas ideias, permitem análise multidimensional, acompanham a implementação das actividades.

Estas ferramentas apresentam uma abordagem qualitativa, surgiram para suprir a necessidade de avaliar dados não numéricos. Se os dados são abundantes, as ferramentas tradicionais são suficientes, mas isso geralmente não ocorre. Além disso, as ferramentas tradicionais não analisam as consequências das decisões nem o relacionamento de uma decisão com a outra.

As novas ferramentas da qualidade são: diagrama de relações / inter-relações, diagrama de afinidades, diagrama em árvore, matriz de prioridades, gráfico de decisão do processo (PDPC), diagrama de matriz e diagrama de actividades.

6.3.1 Diagrama de relações / inter-relações

Esta ferramenta procura visualizar todo o conjunto de relações causa e efeito,

objectivos e meios complexos por meio de setas com a finalidade de solucionar um problema. O diagrama de Relações é muito eficaz para casos que envolvem inter-relacionamentos complexos.

É também uma ferramenta que exige criatividade, capacidade de análise e reflexão para a definição das conexões lógicas que estão apenas implícitas no processo. Permite isolar os poucos elementos vitais para a situação em análise, identificar as distintas relações e fazer com que todo o pessoal envolvido entenda rapidamente o que é preciso ser feito.

Algumas vantagens ao utilizar o Diagrama de Relações são: identificar os vários pontos principais; valorizar comentários adversos; identificar a inter-relação entre vários sectores da empresa, tornar mais rápidas as soluções.

6.3.2 Diagrama de afinidades

Ferramenta que reúne uma grande quantidade de dados qualitativos (ideias, opiniões, declarações, manifestações, comportamentos e etc.) e organiza-os em grupos, baseando-se no relacionamento natural entre cada item, definindo grupos de itens. Essa ferramenta é aplicável em processos onde a criatividade, mais do que a lógica, é o factor fundamental na associação dos dados.

Esta ferramenta é empregada sempre que é necessário esclarecer situações ou problemas importantes, quando a sua situação inicial possa parecer confusa ou desordenada. Ela é usada para esclarecer a natureza, a forma e a extensão dos problemas, agrupando ideias ou opiniões sob a forma de informações verbais (os dados verbais são colectados através do brainstorming ou de entrevistas), e representa visualmente conjuntos de dados que apresentam alguma afinidade.

6.3.3 Diagrama em árvore

É utilizado para pesquisar os meios mais apropriados e mais eficazes para resolver um determinado objectivo. Uma grande vantagem desta ferramenta é que ela permite a visualização de todas as tarefas e dos meios para alcançar o objectivo, além de obrigar as pessoas a pensarem em termos de meios e objectivos.

Esta ferramenta pode ser usada em diversas fases do controlo da qualidade para desenvolver a qualidade de projectos de novos produtos, utilizar o diagrama de causa e efeito,

desenvolver soluções para problemas internos, esclarecer funções de controlo e departamentais e promover aumento de produtividade.

6.3.4 Matriz de prioridades

Esta ferramenta fornece um método no qual a atenção do grupo é focalizada para as acções que de facto são mais relevantes, estas podem ser classificadas segundo a sua facilidade de implementação em três graus, representados, por exemplo, pelos símbolos seguintes: 1-0; 2-X; 3-X. Normalmente, a lista de opções a ser colocada em prioridade corresponde às tarefas de implementação do diagrama em árvore.

6.3.5 Gráfico de decisão do processo (PDPC)

É usado para analisar o desenvolvimento e os resultados possíveis dos processos e dentre estes escolher aqueles que proporcionam os resultados desejáveis, ou seja, é uma ferramenta que nos orienta diante de situações desconhecidas ou sujeitas a imprevistos.

Com o PDPC é possível preparar acções preventivas e de contenção antes do acontecimento de eventos inesperados, evitando assim, resultados indesejáveis. O PDPC considera as ocorrências ao longo do tempo, por isso, deve ser revisto na fase de desenvolvimento das actividades. Procura-se definir acções e planos alternativos a serem accionados caso os problemas especulados realmente se manifestem, tendo em vista assegurar que todas as etapas planeadas sejam cumpridas sem prejuízo aos prazos, à qualidade e ao orçamento preestabelecido.

O PDPC deve ser usado em actividades mutáveis e dinâmicas, em processos complexos onde imprevistos significam perda de tempo e processos onde a probabilidade de falhas e imprevistos seja realmente considerável.

6.3.6 Diagrama de matriz

Estimula o pensamento multidimensional através da investigação sistemática das relações entre dois ou mais conjuntos de dados verbais. Além de indicar a presença, também mostra a intensidade das relações entre os factores analisados. O ponto mais importante na

utilização de uma matriz é decidir como combinar os conjuntos de fenómenos e factores correspondentes.

Existem vários tipos de Matriz de Relações, as quais devem ser escolhidas de acordo com o número de conjuntos de factores que se deseja analisar, entre elas, podemos destacar:

- **Tipo L** – é uma matriz básica e de ampla aplicação que permite relacionar dois conjuntos de factores. Pode ser utilizada para associar metas e os meios para alcançá-las, assim como traçar conclusões sobre as relações existentes entre as consequências e suas causas;
- **Tipo T** - é uma superposição de duas Matrizes de Relação tipo L. É um bom método de análise para actividades de redução de defeito;
- **Tipo Y** – é uma combinação de três matrizes tipo L. Ela mostra a relação entre os factores A, B e C;
- **Tipo X** – é a combinação de quatro matrizes tipo L. Entretanto, seu uso é mais restrito.

6.3.7 Diagrama de Actividades

Esta ferramenta, também conhecida como diagrama de setas estabelece o plano diário mais adequado para um projecto e acompanha eficientemente seu progresso. As setas representam as actividades do projecto e a junção delas evidencia a sequência das actividades e suas relações de interdependência.

O diagrama de actividades tem seu uso indicado em projectos complexos onde um grande número de actividades devem ser coordenadas simultaneamente, projectos com baixa tolerância para erros e atrasos, projectos onde os responsáveis possuem grande experiência e os tempos de execução de cada actividade são estimados com boa precisão

PARTE II - ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

7 A INDÚSTRIA DE AUTOMÓVEIS EUROPEIA

Segundo Donelly, Mellahi e Morris (2002) a indústria de automóveis na Europa tem focado seus esforços no mercado doméstico desde a ascensão da indústria de automóveis Japonesa e da emergência da economia de países como a Malásia e a Coreia. A principal

resposta dos produtores europeus, embora tarde, foi reduzir os custos, racionalizar as plantas, aumentar a produtividade e melhorar o seu relacionamento com os fornecedores na tentativa de elevar a eficiência.

A indústria de automóveis mais globalizada do mundo está na tríade USA, Japão e Europa Ocidental. Estes países empregam na sua indústria cerca de 4 milhões de trabalhadores directos, além de 10 milhões que estão envolvidos na produção indirecta de material e componentes. Quando envolve-se as vendas e a manutenção de veículos, a quantidade de trabalhadores ligados directa ou indirectamente a indústria de automóveis chega a 20 milhões (Dicken, 1998, p.316).

A mudança natural na produção de automóveis conhecida como produção enxuta, em oposição aos métodos fordistas, tem forçado os produtores europeus a reconsiderar suas estratégias e estruturas se pretendem concorrer com os outros continentes. Como Kochan e Lansbury (1995) têm mostrado, os elementos chaves da produção enxuta têm sido identificados para incluir a aplicação de engenharia simultânea, o stock zero, o controle da qualidade total, a melhoria contínua, equipas de trabalho integradas e o uso do Kanban ou sistema de produção puxada.

Não há dúvidas de que da tríade de produtores, os europeus continuam a ser os mais fracos e vulneráveis, mas o importante é que mesmo com atraso e começando de uma posição de relativa fraqueza, o desafio tem sido reconhecido e tentativas estão sendo feitas para reestruturar a indústria de automóveis, a fim de encontrar novos mercados e melhorar os processos de produção. Na Europa há demasiados produtores e o excesso de capacidade tem que ser enfrentado mais cedo ou mais tarde e ainda existe a possibilidade de fusões entre empresas como, por exemplo a GM e a Fiat, o que poderia levar a uma plena tomada do controlo por parte dos Americanos e um aumento do papel das multinacionais americanas na Europa.

7.1 Implementação do Seis Sigma na indústria ABC

A indústria indiana começou a crescer para fora do seu país, e para conseguir a competitividade global tem que esforçar-se para produzir produtos de excelência, e para isso as empresas necessitam de estratégias modernas de fabrico, tais como o Seis Sigma, para sobreviverem a concorrência mundial. A questão chave que levou ao desenvolvimento do Seis Sigma foi a necessidade da melhoria da qualidade no fabrico de produtos complexos, com um

grande número de componentes, o que resulta muitas vezes em uma grande probabilidade de defeito no produto final (Arnheiter e Maleyeff, 2005).

A metodologia Seis Sigma veio para englobar características importantes como a ênfase na satisfação dos clientes, a elevada qualidade, a formação e capacitação do empregado. O Seis Sigma esforça-se para preencher completamente e de forma rentável as necessidades dos clientes, ele tem um impacto importante sobre a Gestão da Qualidade (QM), embora ainda baseado nos métodos e instrumentos fundamentais da tradicional QM.

Ghobadian e Gallear (1997) recordam: "Com a super lotação dos mercados, as empresas não podem dar-se ao luxo de permanecer a desperdiçar recursos através da adopção de um processo de tentativa e erro e entregar produtos ou serviços de má qualidade".

Dangayach e Krishna (2007) apresentam um estudo em uma indústria indiana que aplicou a metodologia Seis Sigma no seu processo produtivo de bombas para injeção de combustível.

A empresa intitulada como ABC, por razões de confidencialidade, tem um volume de negócio anual de 40 mil bilhões de dólares, com 232.000 empregados e 248 fábricas em todo o mundo, sendo que na Índia tem quatro unidades fabris. Esta empresa utilizava sete instrumentos de controlo da qualidade, tais como, poka yokes, esquema de sugestões e outras iniciativas de qualidade e mesmo assim não conseguiam aumentar o número de sigmas mais do que 3,75, sendo que para competirem globalmente necessitavam alcançar no mínimo 4,0 sigmas, e para responder a este desafio decidiram optar por um projecto Seis Sigma.

A primeira acção do projecto foi seleccionar os elementos que fariam parte da equipa, a começar pelo piloto do projecto (o gestor da divisão), o Master Black Belt (MBB), o Black Belt (BB) e os demais membros. Depois um calendário de formação foi elaborado pelo BB para treinar as pessoas em causa. A formação intitulada de programa Green Belt foi transmitida pelo MBB. O apoio do gestor e uma introdução formal ao projecto Seis Sigma elevou a moral dos participantes o que gerou um impacto positivo sobre o projecto.

O projecto começou pela fase Definir. Os objectivos desta fase eram: identificar o processo ou produto a ser melhorado, desenvolver um plano de acção e obter a aprovação formal do projecto. Os parâmetros críticos para qualidade aqui identificados foram denominados Y1, Y2, Y3 e Y4 (defeitos visuais, fissuras, simetria e outros problemas) e os níveis sigma para estes parâmetros eram respectivamente 3.95, 4.35, 4.5 e 4.5. Na fase definir a equipa do projecto utilizou as seguintes ferramentas da qualidade: SIPOC, Diagrama de Pareto, árvore CTQ (critical to quality) e tabela de especificações CTQ. O prazo fixado foi de Junho de 2005 até Dezembro de 2005. O título do projecto foi: redução de sucata no processo

de fabrico. O processo foi iniciado para satisfazer o nível 4 sigmas de exigência do mercado mundial e com o objectivo de alterar o nível 3,75 sigma para 4,0 sigma.

Em seguida foi realizada a fase Medir, que inclui um plano de colecta de dados, um P-Chart para os parâmetros dos CTQs, um cálculo da classificação do nível sigma de cada um destes parâmetros e a construção de uma GRR e do FMEA ou também conhecido como espinha de peixe.

Na fase Melhorar, as causas raízes dos problemas de qualidade já haviam sido identificadas pela fase anterior, então iniciou-se a montagem de um plano de acções, escolha das pessoas e definição de prazos. Uma análise da capacidade das máquinas foi realizada e valores de referência foram determinados para os processos.

Na fase de controlo foram validados e revalidados os processos através de um processo gráfico QC, foi desenvolvido e implementado um plano sobre como responder a um processo de mudanças, foi criado um novo processo de formação através de manuais e outras ferramentas para garantir a normalização.

Depois de tomadas as acções para Y1, Y2, Y3 e Y4, as classificações para os defeitos sigma Y1, Y2, Y3 foram melhorados e ficaram em 4.7, 4.8, e 5. O Y4 ainda precisa ser melhorado, só não alcançou melhores resultados porque algumas das acções ainda estavam em curso, devido ao investimento em novos instrumentos.

Após o final de Dezembro de 2005, o actual nível de sigma Y, ou seja, o total de defeitos era de 4.1 (nível global). Portanto, uma drástica melhoria na qualidade tinha ocorrido devido a implementação do projecto e um avanço no resultado foi alcançado.

7.2 Implementação do Seis Sigma na Ford

Segundo Paton (2008) a Ford tinha como slogan nos anos 80 "Qualidade é a tarefa número 1". Eles introduziram produtos revolucionários e utilizaram gestão da qualidade total para baixar os custos e ganhar quota de mercado. Porém, ultimamente esta grande empresa do ramo dos automóveis tem cometido gafes na qualidade, o que tem lhes custado perda da quota de mercado e insatisfação dos seus clientes. De acordo com algumas sondagens recentes, a Ford tem ficado para trás da sua arqui-rival General Motors na qualidade total e ocupa o último lugar entre as sete grandes montadoras. O processo de revisão da qualidade na Ford começou a alguns anos atrás, mas para uma companhia de 180 bilhões de dólares de receita e com 345.000 funcionários espalhados por todo o globo, os resultados demoram a aparecer.

Para atingir melhores níveis de qualidade o CEO da Ford, Jacques Nasser virou-se para o Seis Sigma. A Ford começou a interessar-se e a aplicar a metodologia Seis Sigma no final de 1999 quando o director da qualidade dos negócios globais de camiões estava a procura de novos métodos para a melhoria da qualidade. A Ford lançou formalmente o seu processo Seis Sigma em Janeiro de 2000. Segundo Nasser a primeira fase do esforço Seis Sigma da Ford estava em concentrar-se na satisfação imediata dos clientes. Para acelerar a melhoria da qualidade eles identificaram as 25 primeiras preocupações dos clientes por veículo em cada linha de montagem e associaram projectos Seis Sigma a cada uma dessas preocupações.

Para os gestores da Ford a formação das pessoas é considerada a chave para o sucesso do projecto Seis Sigma. A empresa formou Master Black Belts, Black Belts e Green Belts, que eram considerados a espinha dorsal do projecto. Nos dois primeiros anos de funcionamento do projecto a Ford já tinha formado cerca de 10.000 funcionários em Seis Sigma e pretendem até o final do ano formar todos os seus empregados assalariados em Green Belts.

Segundo Paton (2008), a Ford selecciona os projectos Seis Sigma baseados em três critérios: Os projectos devem estar relacionados com a satisfação do cliente, os resultados devem reduzir pelo menos 70% dos defeitos e deve gerar uma economia de pelo menos 250.000 dólares. Em média, os projectos da Ford têm ultrapassado as metas de redução de custos. Uma vez que os projectos são identificados, os Black Belts começam a trabalhar neles através do ciclo DMAIC e de uma série de ferramentas, procurando sempre entregar resultados específicos.

Na fase "Definir" o trabalho dos Black Belts é identificar os clientes envolvidos, bem como o que lhes interessa. Nesta fase o time que irá participar do projecto é formado e é muito importante que os Black Belts saibam claramente o calendário para o projecto e os potenciais ganhos financeiros. Para esta fase as ferramentas utilizadas são contrato do escopo do projecto, mapeamento do processo e matriz CT.

Na fase "Medir" os Black Belts desenvolvem processos para medir. Nesta fase é necessário que eles conheçam em profundidade o desempenho do processo actual, o que é o processo, quais as entradas e saídas, quais processos de saída afectam o cliente e qual o melhor nível de desempenho que o processo pode atingir. Ferramentas comuns a esta fase são os mapas do processo, diagramas de causa e efeito, FMEA e técnicas gráficas.

Na fase "Analisar" os Black Belts devem priorizar as variáveis de entrada que causam variação no desempenho do processo, analisar os dados para detectar as causas dos problemas

e as oportunidades de melhoria. Nesta fase eles começam a olhar para as mudanças na entrada dos processos e o desempenho destes processos. Ferramentas comuns nesta fase incluem o mapeamento dos processos, técnicas gráficas, estudos multivariados, testes de hipóteses, correlação e análise de regressão.

Durante a fase "Melhorar" os Black Belts geram soluções para os problemas e escolhem a melhor maneira de tratar a causa raiz. Isto envolve a análise do custo-benefício, a validação da solução do problema, o desenvolvimento de um plano de implementação e a comunicação do plano. Ferramentas comuns nesta fase incluem o processo de mapeamento, planeamento de experimentos, simulação e optimização.

Na fase final, denominada "Controlo", a meta é manter os ganhos obtidos durante a execução do projecto. Nesta fase os Black Belts devem completar um plano de controlo, documentar o projecto, traduzir as oportunidades identificadas em outras áreas da organização, construir sistemas e estruturas para institucionalizar a melhoria, e concluir um plano de auditoria. Ferramentas comuns nesta fase incluem planos de controlo, controlo estatístico de processo, manutenção preventiva e Poka yoke (um conceito japonês).

Segundo Paton (2008) nenhum projecto Seis Sigma na Ford é considerado completo até que o ciclo DMAIC tenha sido finalizado e uma auditoria tenha sido realizada para constatar os efeitos no cliente e no processo.

Apesar do forte comprometimento dos gestores da Ford com o Seis Sigma, a empresa enfrentou algumas barreiras quando decidiu por iniciar o projecto. Como qualquer iniciativa, em qualquer organização, o Seis Sigma na Ford encontrou bloqueios entre os funcionários, na alocação de recursos e na disponibilidade de dados. O Seis Sigma é um projecto que requer muita informação e com a dificuldade em obter estas informações ou até mesmo por não tê-las documentado, a Ford está a melhorar a acessibilidade aos dados, o que eles consideram como um subproduto do Seis Sigma, explica Goeser, colaborador da Ford.

O investimento que a Ford fez no projecto Seis Sigma não pode ser considerado irrelevante, mesmo para uma empresa do seu porte. Além dos 6 milhões de dólares que ela gastou com as licenças de formação para os "Belts", a empresa investiu milhares de horas em formações, aquisição de novos equipamentos e instalações de softwares. Mas, os resultados são impressionantes, em 2000, o projecto Seis Sigma da Forde contribui com 52 milhões de dólares e para 2001 a Ford estimava uma contribuição a partir de 300 milhões de dólares e um aumento da satisfação do cliente em dois 2 pontos, explica Vu, gestão de topo da Ford.

7.3 Implementação do Seis Sigma na Volvo, Ericsson e SKF

Schon (2006) realizou um estudo com os representantes de três grandes companhias, a Volvo, a Ericsson e a SKF. Neste estudo constatou-se que cada uma destas empresas tem implementado Seis Sigma de formas diferentes. A Volvo foi condenada a implementar Seis Sigma pelo seu proprietário americano, a Ericsson implementa o Seis Sigma sobre uma base voluntária e a SKF tem implementado Seis Sigma gradualmente em várias unidades por todo o mundo.

A Volvo:

Segundo a Volvo Carros (2005), a empresa foi fundada em Gotemburgo, na Suécia em 1927. Desde 1999, a Volvo foi inteiramente detida pela Ford. Os quatro maiores mercados da empresa são os E.U.A., a Suécia, o Reino Unido e a Alemanha. A produção de componentes vitais, tais como motores e componentes, está sediada principalmente na Suécia, mas grandes fábricas e instalações de produção também estão localizados na Bélgica, Holanda, África do Sul, Tailândia e Malásia. A empresa emprega mais de 27.500 pessoas ao redor do mundo, sendo que 20.000 destas estão na Suécia. Em 2004, 456.000 veículos foram entregues aos clientes finais. Segundo relatou Ebbe Sharin, nomeado como director de implantação do programa Seis Sigma na Volvo, a implementação do programa começou em Janeiro de 2000 quando a Ford decidiu expandir a filosofia por todas as suas unidades. A Ford requisitou a Volvo uma rápida implementação do projecto, o que causou alguns erros no início. Depois de treinar o director de implementação, a Volvo teve que providenciar uma lista com os projectos Seis Sigma para as diversas instalações. Até esta fase, apenas o director é que tinha conhecimento em Seis Sigma, os demais participantes, responsáveis por seleccionar os projectos, não tinham o conhecimento necessário para esta tarefa. Um outro problema era que o director de implementação reportava-se ao director da qualidade da Volvo ao invés de o fazer directamente ao CEO da Volvo carros, o que o impedia de tomar as suas próprias decisões. A Ford não aceitava atrasos e não permitia a Volvo a realização do seu próprio estudo-piloto. Segundo Sharin, muitos desses problemas eram causados pela diferença de cultura na corporação. A partir da perspectiva Sueca as metas eram vistas como objectivos desejáveis que estavam sujeitos a ajustamentos sempre que necessário, já a perspectiva americana era a de que não alcançar uma meta estabelecida era inaceitável. Foi muito difícil para a Volvo obter a aceitação dos empregados, pois algumas unidades da empresa já estavam envolvidas em programas de melhoria de qualidade e não viam vantagens na implementação

do Seis Sigma. Os resultados esperados para cada programa implementado era poupar 200.000 euros e alcançar 70% de melhoria.

Os resultados dos diversos projectos foram divulgados por toda a organização através da Intranet da empresa e de boletins informativos. A maior parte das formações ocorreram dentro da própria organização, somente uma pequena parte da formação dos Black Belts foi feita fora da organização. Segundo Rosen, Master Black Belt, a formação do primeiro MBB só ocorreu no final de 2004, ou seja, 4 anos após o início do projecto na Volvo, nesta altura as pessoas já começavam a pedir formação em competências Seis Sigma.

A Ericsson:

De acordo com a Ericsson (2005) e Magnusson et al. (2003), a Ericsson é a maior fornecedora de sistemas móveis no mundo. A empresa foi fundada em 1876 e tem aproximadamente 76.000 funcionários em mais de 140 países. Mais de um milhar de redes Ericsson utilizam equipamentos de rede e 40% de todas as chamadas móveis são feitas através dos seus sistemas. A sede está localizada em Estocolmo, mas o Seis Sigma foi introduzido pela primeira vez na Unidade de Negócio de Transportes Envio & Redes (BTTN) em Boras (Suécia).

Segundo Schon (2006) em 1993 o conselho de produção da Ericsson realizou um estudo piloto para avaliação comparativa das diversas iniciativas de outras empresas, incluindo a Motorola, em melhoria da qualidade. O estudo verificou que outras empresas tinham alcançado bons resultados na aplicação de programas com as características do Seis Sigma e como resultado deste estudo um programa denominado QIP (qualidade de processos) foi lançado em Janeiro de 1995. O programa começou com quatro pilotos, incluindo a produção local da Ericsson em Boras. Embora similar ao Seis Sigma, o QIP enfatizava a documentação e a normalização, enquanto o Seis Sigma nesta altura era mais voltado a produção orientada. Os quatro estudos pilotos não obtiveram conclusões definitivas por duas razões: recursos para formação limitados e duração insuficiente dos estudos pilotos. Como resultado o programa QIP nunca foi lançado como uma iniciativa da empresa e terminou em 1996.

Em 1996, no final do estudo piloto, foram oferecidas a quatro pessoas na Ericsson a oportunidade de participar de um programa de formação Black Belt em ABB na Suíça, em troca de compartilharem os conhecimentos adquiridos com a companhia. Hayhanen, funcionário da Ericsson que iniciou a implementação de Seis Sigma na companhia em 1995, foi um dos quatro a participar do programa de formação e segundo ele, durante os dois

próximos anos mais dez pessoas assistiram ao programa de formação da ABB. O executivo da planta de Boras foi treinado pelo próprio Hayhanen, assim como vários outros empregados.

Em 1998, a Ericsson começou o seu próprio programa de formação BB (Black Belt). Uma economia de aproximadamente 54.000 euros por projecto era esperada. Inicialmente, um projecto em média gerava uma economia entre 1 e 1,5 milhões de euros. As economias têm crescido ao longo dos anos e em 2005 a poupança média por projecto foi de 1,1 milhões de euros.

Segundo Hayhanen, a implementação do Seis Sigma na Ericsson foi incremental: "Nós não implementamos Seis Sigma como um tsunami que lava todo mundo. Ele é implementado mais como um riacho que flui e eventualmente torna-se córregos e rios". A estratégia de divulgação do Seis Sigma Ericsson tem sido a de permitir que os resultados "falem por si". Para Hayhanen existem áreas em que o Seis Sigma não pode ser utilizado, mas até o momento ele não encontrou nenhuma.

Uma característica apresentada pela iniciativa da Ericsson é o facto de ela ter sido executada de forma voluntária. Hayhanen não desperdiça esforços na tentativa de convencer gestores duvidosos dos benefícios do Seis Sigma, todos os esforços estão concentrados sobre aqueles que são entusiastas. Outra característica da implementação do Seis Sigma na Ericsson é a maneira como os Black Belts tem sido utilizados, eles não trabalham o tempo inteiro nesta função, como ocorre na cultura americana, a maioria dos BBs formados regressam as suas posições para aplicar seus conhecimentos ao seu quotidiano. Um outro factor de sucesso do programa Seis Sigma na Ericsson foi o comprometimento da gestão de topo da planta de Boras

Os resultados dos projectos são reportados em uma base de dados. De acordo com o conteúdo, os resultados também são apresentados aos vários grupos de gestão e enviados às partes interessadas na Ericsson. Informações sobre projectos bem sucedidos são distribuídas a outros trabalhadores, através da intranet e newsletters da empresa, onde os projectos bem sucedidos são realçados.

Hayhanen era da opinião de que as grandes economias iniciais que foram demonstradas a partir da utilização do Seis Sigma foram vitais para o sucesso da iniciativa global. Bons resultados iniciais foram especialmente importantes na Ericsson, porque não há orçamento para o Seis Sigma. Se um BB ou um "campeão" identifica um projecto Seis Sigma, ele ou ela precisam convencer o gestor responsável que um projecto Seis Sigma é a melhor maneira de resolver o problema.

Segundo Hayhanen, Seis Sigma não estará plenamente executado até que cada pessoa na organização tenha passado por algum tipo de formação Seis Sigma. No entanto, alguns departamentos individuais podem dizer que possuem Seis Sigma plenamente implementado.

A SKF:

De acordo com a SKF (2005), a empresa foi fundada em 1907. O grupo SKF é actualmente o principal fornecedor mundial de produtos, soluções para clientes e serviços associados com rolamentos e vedações. A empresa emprega quase 40.000 pessoas em 100 fábricas em todo o mundo. O negócio da SKF está organizado em cinco divisões: industrial, automotivo, eléctrico, de serviços aeronáuticos e de aço. Cada divisão serve um mercado global, incidindo sobre um segmento específico de cliente.

Segundo Schon (2006) o primeiro negócio da SKF a ter um projecto Seis Sigma foi a aviação em 1998. Em 2002, a gestão da divisão de carros decidiu implantar Seis Sigma em toda a divisão. Em Janeiro de 2004 a companhia lançou uma iniciativa conhecida como "grupo lançar". Muitas das metodologias e ferramentas do Seis Sigma já haviam sido utilizadas na companhia devido ao programa de TQM (gestão da qualidade total) iniciado em 1990, e a empresa tinha experiências bem sucedidas de Seis Sigma em algumas de suas unidades. A experiência do programa TQM, juntamente com as melhorias alcançadas com outros programas de melhoria, foram utilizados para planear o "grupo lançar" do Seis Sigma.

Um vídeo, no qual o CEO da empresa e toda a equipa de gestão explicam a importância da implantação do Seis Sigma, foi utilizado para distribuir as informações iniciais sobre o Seis Sigma dentro da empresa. Muitas pessoas estavam envolvidas na fase do planeamento, incluindo membros do departamento da qualidade, dos recursos humanos e do departamento de educação, os quais foram escolhidos pelo seu conhecimento de melhorias no trabalho e seu entusiasmo pelo Seis Sigma. Um campeão foi escolhido e nomeado para coordenar o lançamento do programa, abaixo de si estavam o conselho Seis Sigma, o qual consiste em "campeões" para cada divisão que são responsáveis por planear e implementar o Seis Sigma na SKF. Alguns consultores externos foram contratados para formação dos executivos da gestão.

Uma das dificuldades no planeamento do Seis Sigma foi a duração e o conteúdo da formação dos BBs. Para além do conteúdo habitual para formação de BB, a SKF queria que os BBs dominassem todos os outros programas de melhoria existente na empresa, tal como a produção enxuta (*lean manufacturing*). Outra dificuldade foi encontrar a pessoa certa para ensinar os BBs, na verdade em algumas unidades da SKF a formação dos BBs começou antes

de os gestores estarem formados, e isto resultou em uma pobre definição de projectos a serem desenvolvidos e desconhecimento das pessoas sobre as actividades dos BBs.

De acordo com Schon (2006) depois de um ano o "grupo lançar" tinha começado, a gestão tinha uma melhor compreensão do conceito Seis Sigma e sabia o que pretendia com ele. Os projectos foram assim escolhidos pela gestão com vista à concretização dos objectivos estratégicos da SKF e planos de actividades da empresa. Informações sobre todos os projectos, incluindo os resultados, são armazenadas em um banco de dados para que todos os BBs, GBs e alguns dirigentes tenham acesso. BBs e GBs são obrigados a procurar na base de dados antes de iniciar um novo projecto. De acordo com Nielsen, gerente da qualidade da divisão industrial e "campeão" Seis Sigma, é importante ter um fluxo contínuo de projectos: "A base de dados deve conter pelo menos duas vezes mais projectos do que BBs GBs, de modo a que haja sempre uma necessidade de BBs e GBs".

A SKF espera que as poupanças com a implantação do projecto Seis Sigma sejam pelo menos três vezes maior do que o custo do projecto (incluindo os custos com os GBs, BBs e testes). Para além destas poupanças, há também uma ênfase na poupança ""soft"". Isto está reflectido em uma sessão do planeamento estratégico intitulado 4Zs, sendo: zero promessas quebradas, zero defeitos, zero acidentes e zero perdas de negócios. Os três primeiros Zs lidam com o serviço de entrega, defeitos da qualidade e acidentes no local de trabalho e são difíceis de quantificar em termos de poupança e normalmente não aparecem nos relatórios trimestrais, no entanto eles são considerados importantes na SKF. Um controlador está sempre envolvido tanto no início de cada projecto (para garantir que o potencial de poupança é fiável) quanto no final do projecto (para garantir que as poupanças resultantes são verdadeiras poupanças financeiras, de acordo com os métodos de cálculo).

Na época do presente estudo, a SKF ainda não tinha implementado Seis Sigma em toda a organização, e algumas unidades tinham apenas um ou dois BBs. No entanto, mais GBs foram sendo treinados, e Nielsen estima que seriam necessários mais um ano até que o Seis Sigma fosse implementado em todo o Grupo SKF.

Na figura abaixo estão descritos os factores de sucesso para cada uma das organizações segundo os respondentes ao estudo realizado por Schon (2006):

	<i>Success factors</i>	<i>Skarin and Rosén (Volvo Cars)</i>	<i>Häyhänen (Ericsson)</i>	<i>Nielsen (SKF)</i>
1	Support and commitment of senior management	x	x	x
2	Focus on training and its content	x	x	x
3	Linking Six Sigma to the customer, human resources and suppliers	x		
4	Organisational infrastructure			x
5	Early communication to employees	x		
6	Prioritisation and selection of appropriate projects	x	x	x
7	Understanding Six Sigma methodology, tools and techniques		x	
8	Investing in adequate resources			x
9	A uniform language and terminology			
10	A strategy to implement Six Sigma	x		x
11	Linking Six Sigma efforts to business strategy and priorities	x	x	x
12	A focus on results	x	x	
13	Follow-up and communication of success stories		x	
14	Developing a distinctive path to Six Sigma		x	

Ilustração 3: Factores de sucesso

Fonte: Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage, Vol. 2, No.4, p.407, 2006.

7.4 Implementação do Seis Sigma na Celestia

A metodologia Seis Sigma pode ser aplicada para melhorar não só processos de fabrico, mas também processos empresariais incluindo SCM (Supply Chain Management), Tecnologia da Informação (TI), Contas a Pagar, Faturamento, etc. O Seis Sigma é geralmente aplicado através de projectos. Os resultados dos projectos Seis Sigma são a satisfação do cliente e a poupança de custos reais (Cartwright et al, 2006).

Cartwright et al. (2006) relatam em seu trabalho de pesquisa em uma companhia EMS (electronic manufacturing service), denominada Celestia, os benefícios da aplicação Seis Sigma neste sector. O Seis Sigma foi iniciado na Celestia em Abril de 2001 através da iniciativa Celestia lean de adoptar um processo reconhecido na indústria e de ganhar accionistas de valor através das melhorias que o Seis Sigma pode trazer. Em Janeiro de 2002, o projecto iniciou-se com o reconhecimento corporativo e com a sensibilização da corporação

e, em seguida, começaram as formações dos Green Belts (GBS), Black Belts (BBS) e campeões. O esforço inicial em 2002 incluiu recursos para as formações, material, instrutores e viagens. O Seis Sigma é agora aplicado na Celestia em todos os sítios e em diferentes estádios de maturidade.

Electronic Manufacturing Services (EMS) é uma parte da indústria electrónica que presta serviços para outras companhias electrónicas. Os seus serviços incluem: contrato de circuitos ou fabricação de cabos de electricidade, montagem, construção de sistemas e embalagens. A definição EMS provém do contrato de fabrico, que é um acordo em que um fabricante é contratado por um fabricante electrónico original (OEM) para desenvolver actividades específicas de fabrico. Isso fornece uma opção para o OEM de adquirir produtos de alta tecnologia a um custo acessível (Sandborn, 2003). Antes da década de 80 a indústria EMS foi utilizada somente como reforço para indústria electrónica e para reduzir os custos destas. Actualmente a indústria cresceu e expandiu-se, passou a fornecer não só serviços de consignação, mas também uma gama completa de serviços tais como a concepção de produtos, gestão de materiais, montagem final e, em alguns casos, serviços de pós-venda. A figura abaixo demonstra como a indústria EMS cresceu ultimamente:

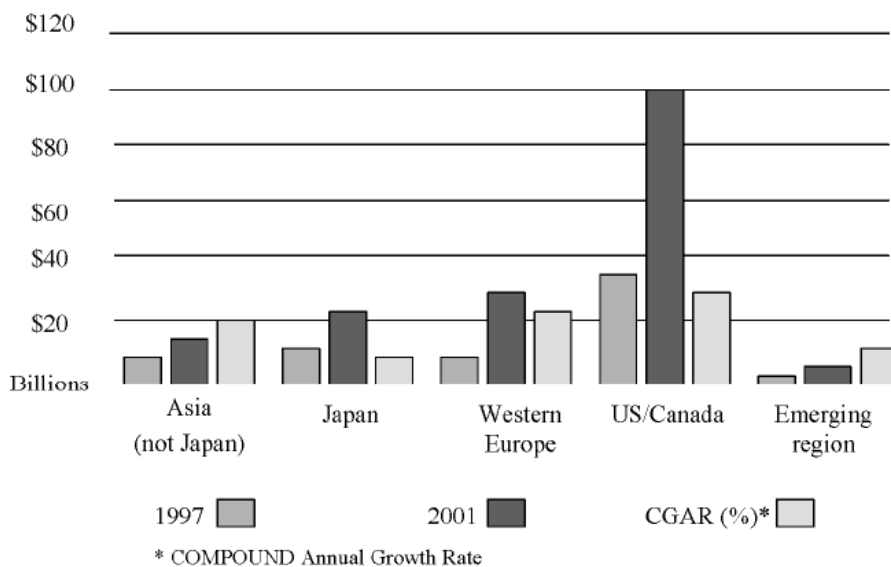


Ilustração 4: Crescimento da indústria EMS

Fonte: Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage, Vol. 2, No.1, p.73, 2006.

Na Celestia, os projectos são seleccionados utilizando a árvore CTQ (critical to quality), a qual traduz as necessidades dos clientes em requisitos críticos para a qualidade. Melhorias no custo da qualidade e melhorias no processo de fabrico, incluindo eficiência,

tempo de ciclo e número de defeitos, são factores que devem ser considerados na selecção de um projecto. Os requisitos mínimos para um projecto são:

- Corrigir problemas;
- Melhorar a relação custo anual para 250 K;
- Melhorar o processo em 70%;
- Concluir o projecto em menos de 6 meses.

As ferramentas e técnicas comuns utilizadas no projecto Seis Sigma da Celestia são (Snee, 2003):

- Definição do projecto;
- Mapeamento do processo;
- Diagrama de causa e efeito;
- Modos de falha e análise do efeito (FMEA);
- Variável e atributos da análise de sistemas de medição;
- Análise gráfica de dados;
- Intervalos de confiança;
- Testes de hipóteses;
- Análise de variância (ANOVA);
- Design do experimento;
- Atributo e gráficos de controlo de variável;
- Correlação e análise de regressão;
- Testes de proporções;
- Técnicas de análise das causas raízes, entre outras.

Com a utilização destes métodos e ferramentas a Celestia conseguiu poupar significativamente em 2002 e sua intenção é continuar a utilizá-los e continuar a ser uma líder no seu sector.

Um dos processos escolhidos pela Celestia para aplicação do Seis Sigma foi o de solda, a empresa pretendia reduzir os defeitos na mesa de soldagem causados pela humidade. O objectivo era melhorar a qualidade da solda e determinar um nível óptimo de humidade. A metodologia DMAIC foi aplicada neste processo, os defeitos foram definidos, medidos, analisados e depois melhorias foram implementadas e controladas para que não voltasse a ocorrer.

Os benefícios com a aplicação do Seis Sigma neste processo de solda foram a redução do retrabalho devido a defeitos causados pela humidade, benefícios não-financeiros como o

aumento do conhecimento dos trabalhadores, melhorias DPU (defeitos por unidade) e redução do tempo de ciclo.

8 CASO PRÁTICO: APLICAÇÃO DE SEIS SIGMA NA LINHA DE PRODUÇÃO DE CAPAS PARA BANCOS DE AUTOMÓVEIS

A Corte & Costura¹, empresa estudada neste trabalho, é apenas uma das divisões de uma multinacional francesa, líder mundial no fornecimento de auto peças, especializada em bancos para automóveis, sistemas de interior, blocos frontais e sistemas de escapes. Possui 60.000 colaboradores distribuídos por 28 países, 190 plantas de produção e 28 centros de pesquisa e desenvolvimento.

A indústria em estudo está localizada na zona norte de Portugal e produz apenas capas para automóveis. A Corte & Costura conta hoje com 625 funcionários e um faturamento anual de 33 milhões de euros.

O Seis Sigma é visto pela empresa como uma metodologia da qualidade na redução de custos, melhoria de processos e satisfação do cliente e é aplicada hoje em praticamente todas as plantas em diversos países.

A fábrica Corte & Costura, que ainda não tinha a metodologia implementada, decidiu por utilizar a ferramenta inicialmente no processo de corte dos tecidos devido a constatação de que haveria perdas não quantificadas de material neste processo. A recolha de dados foi realizada através da análise de documentação existente sobre a implementação da ferramenta, completada por entrevistas individuais semi-estruturadas e resposta a um questionário (ver Anexo A), dirigidos aos responsáveis da empresa seleccionada.

8.1 Definições do processo e do produto

- **Processo de manufactura:** Neste projecto, a primeira etapa do processo de manufactura é composto por uma equipamento que recebe tecidos (em rolo) e os desenrola e corta formando um conjunto de folhas de tecido sobrepostas de acordo com especificações pré-estabelecidas pelo operário da máquina para cada referência. Uma segunda etapa também dentro do escopo deste projecto consiste em uma prensa

¹ O nome aqui apresentado é fictício devido a razões de confidencialidade por parte da empresa em estudo.

que recebe o conjunto de folhas de tecidos sobrepostas e corta com as formas desenhadas nas ferramentas de acordo com as especificações do produto.

Há portanto, no escopo deste projecto, um subconjunto de peças em tecido cortadas que serão posteriormente costuradas para dar a forma ao produto final que são as capas que revestem os bancos de automóveis.

O objectivo deste processo de manufactura é produzir um subconjunto de peças cortadas com formas e características dimensionais fundamentais para garantir a correcta modelagem das capas em relação as espumas que irão revestir.

- **Produto final:** Capa para revestimento de bancos de automóveis: composto de diversas partes:



Ilustração 5: Capa

Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

- 1) **Subconjunto de peças em tecido cortadas (foco do projecto);**
- 2) Bandas de elásticos (para fixação na estrutura);
- 3) Partes plásticas internas (para proteger durante a injeção de espuma);
- 4) Acessórios (perfis plásticos para fixação na estrutura):

8.2 A Metodologia Seis Sigma

A estratégia Seis Sigma considera a natureza do negócio, o seu tamanho, as suas características específicas e os aspectos culturais e sociais das pessoas que dele participam. Nessa caracterização, são identificadas as lacunas existentes entre as necessidades e desejos dos clientes e as actuais capacidades produtivas. Para cada empresa, são escolhidas as ferramentas da qualidade a serem empregues, são estabelecidas as metas e quantificados os recursos necessários para atingi-las.

Procede-se dessa forma porque, por exemplo, um hospital que atende clientes do sistema de saúde do governo, de seguros de saúde e particulares tem uma projecção de resultados diferente da de uma siderúrgica ou da de uma empresa de transporte aéreo.

A indústria Corte & Costura utilizou para aplicação do projecto várias ferramentas, as quais serão apresentadas em cada fase do projecto. A metodologia Seis Sigma utilizada pela indústria foi a DMAIC, a qual foi desenvolvida por Edwards Deming e é utilizada para melhorar um processo de negócio já existente, na redução de defeitos.

8.3 Desenvolvimento dos 5 passos do DMAIC

8.3.1 Definir

Na Corte & Costura os projectos Seis Sigma são seleccionados baseados no ganho financeiro previstos no projecto. É dada a prioridade a projectos específicos, de curta duração, e com ganhos financeiros superiores a 100K€/ano.

As equipas que participam dos projectos são dirigidas pelo Black Belt. O Black Belt participou de formações em Seis Sigma na matriz da empresa, situada em Paris, e faz sessões de *coaching* com o Master Black Belt da matriz a cada 15 dias, onde também são feitas as apresentações de resultados e evolução dos projectos em curso.

Os integrantes da equipa deste projecto foram seleccionados pelo Black Belt, pelo director da fábrica e pelo responsável da área em que será realizado o projecto. Os integrantes da equipa tem características multidisciplinares (controller, logística, engenharia, supervisores de produção) e têm conhecimento dos processos em questão. Um dos critérios de selecção dos membros da equipa foi também o potencial para serem futuros Green Belts:

Team: HeiderSupervisor João Material Efficiency António Supervisor José Controller Mário Manufacturing Eng.
Expert : José Luis
Coach : Fábio
Process Owner : Amarim / Conceição/ Milho / Duarte
Financial: José Controller

Ilustração 6: Equipa Seis Sigma

Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Depois de criada a equipa Seis Sigma para o projecto a primeira acção foi definir qual a missão do projecto utilizando-se da ferramenta 5W1H:

- Who (quem): a equipa Seis Sigma;
- What (o que): reduzir o consumo do tecido Starting em 10% e o consumo do tecido Anjou em 5%;
- Why (por que): reduzir perdas, sem interferir nas características finais do produto;
- Where (onde): processo de manufactura do corte;
- When (quando): de Março a Novembro de 2008;
- How (como = plano de acção): utilizando a abordagem DMAIC.

Portanto, a declaração da missão ficou assim definida: ‘A equipe Seis Sigma, de Março a Novembro de 2008 reduzirá o consumo do tecido Starting em 10% e o consumo do tecido Anjou em 5%, sem interferir nas características finais do produto, utilizando a abordagem DMAIC.

Após ter definido a missão do projecto e obtido a autorização da gestão de topo para o contrato do projecto a próxima acção foi construir um planeamento com datas definidas para cada etapa do processo:

	March			April			May			June			July			August			September			October			November												
	S13	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	
Define	Project Define	█																																			
	Project Launch																																				
	Constitution of team																																				
	Critical to Satisfaction Tree																																				
	SIPOC																																				
	Process Mapping																																				
Measure	Ishikawa																																				
	Cause & Effect Matrix																																				
	FMEA																																				
	Measurement Procedures																																				
Analyse	Determination x																																				
	Correlation y=f(x)																																				
Improve	Improvement action																																				
	Improvement action																																				
	Improvement action																																				
Control																																					

Ilustração 7: Planeamento
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Depois de analisar informações da produção e o consumo real e standard de cada tecido os membros da equipa Seis Sigma montaram uma tabela com as variáveis que deveriam ser analisadas durante o processo e as metas de melhoria para cada uma destas variáveis.

Segundo a figura abaixo podemos identificar as variáveis Y1 (metragem linear de tecido Starting para produzir uma capa) e Y2 (metragem linear de tecido Anjou para produzir uma capa) e as metas criadas para o projecto. A meta para Y1 é diminuir o consumo actual de tecido para produção de uma capa de 0,131 ml para 0,119 ml e a meta para Y2 é diminuir o consumo actual de tecido para produção de uma capa de 0,171 ml para 0,163 ml.

Y:	Y1: ml starting textile used / Cover produced (T7 Starting) Y2: ml anjou textile used / Cover produced (B58 anjou mistral)
Unit:	lineal metre
How is it measured?	Material Yield consumption / Quantity covers produce
Currently:	Y1 = T7 Starting 0,131 ml / Cover Y2 = B58 Anjou mistral 0,171 ml / Cover
Target:	Y1 = T7 Starting 0,119ml / Cover Y2 = B58 Anjou mistral 0,163 ml / Cover

Ilustração 8: Variáveis e metas
Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

As variáveis foram definidas de acordo com o volume de produção de capas, como os tecidos Starting e Anjou são os mais utilizados na produção, foram estes os escolhidos para o projecto Seis Sigma.

Após ter identificado as variáveis e as metas para cada uma delas, a equipa em conjunto com a gestão de topo definiu os objectivos do projecto.

Os objectivos são os de reduzir o consumo de tecido Anjo Mistral e Starting em 5% e 10% consecutivamente, e alcançar um ganho de 119k€ por ano. Nesta etapa é muito importante ter como membro da equipa uma pessoa do departamento financeiro para ajudar na definição dos objectivos e no controlo dos ganhos durante o decorrer do processo.

Problem Statement : - Material Yield consumption has been averaging for : - T7 Starting 0,131 ml/Cover - B58 Anjou mistral 0,171 ml/Cover	
Target of the project : Material consumption must not exceed - T7 Starting 0,119 ml/Cover - B58 Anjou mistral 0,163 ml/Cover Material consumption saving - 119k€ / year	Team : Helder Lima Supervisor João Macedo..... Material Efficiency António Oliveira..... Supervisor José Amen..... Controller Mário Cavaco..... Manufacturing Eng. Expert : José Luís Coura Coach : Fábio Távora. Process Owner : A.Amorim / R.Conceição / J.Milho / F.Duarte Financial : José Amen

Ilustração 9: Objectivos
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

A equipa Seis Sigma utilizou a ferramenta SIPOC para identificar os fornecedores do processo², as entradas, o processo em si, as saídas e os clientes³:

Suppliers (Providers of the required resources)	Inputs (Resources required by the process)	Process (Top level description of the activity)		Outputs (Deliverables from the process)	Customers (Anyone who receives a deliverable from the process)	
		Requirements			Requirements	
Michel Thierry/ Treves	Roll of fabrics	Right amount of rolls Package undamaged Package according product Right product reference	Storage	Roll of fabrics	Right amount of rolls Package undamaged Package according product Right product reference	Cut UAP
Warehouse	Rolls of fabrics	Right quantity of meters Package undamaged Package according product Right product reference	Cut	Cut parts	Product Quality according Spec Right quantity On time delivery	Sewing UAP
supplier of the cut machines	Cut machine	Machine parameters according Spec				
Human Resources	Operators	Trained operators to cut				
Cut UAP	Cutting parts	Right quantity of parts Package undamaged Package according product Right product reference On time delivery	Sewing	Covers	On time delivery Right quantity Right product reference Delivery on right place	External customer
supplier of the sewing machines	Sewing machine	Machine parameters according Spec				
Human Resources	Operators	Trained operators to sewing				

Ilustração 10: SIPOC – Suppliers, process, outputs and customers
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

² Os fornecedores podem ser tanto internos quanto externos.
³ Os clientes podem ser tanto internos quanto externos.

Depois de identificar os fornecedores do processo, suas entradas e saídas a equipa desenhou o mapa do processo. Nesta fase, nenhum x deve ser negligenciado para que não se descubra ao final do projecto que uma variável aparentemente elementar, na verdade era uma das variáveis críticas do processo:

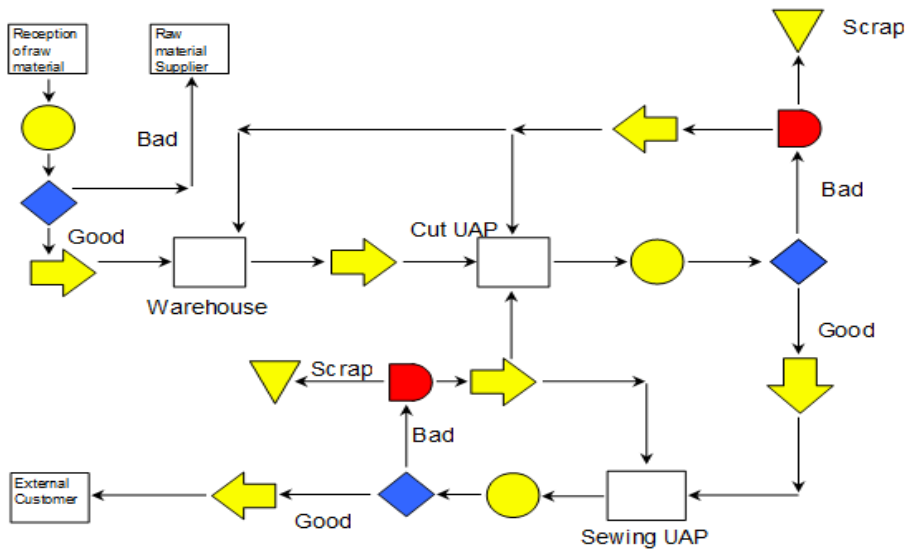


Ilustração 11: Mapa do processo
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Esta ferramenta é muito importante para o alinhamento do conhecimento de todos os participantes da equipa. Também é uma ferramenta muito importante para formação de novos funcionários do projecto.

Cabe aqui ao líder do projecto verificar se o mapa não foi demasiadamente detalhado e está a entrar em fases do processo que não fazem parte do escopo do projecto e que pode levar a uma perda do foco. Notar que no mapa acima o foco está apenas na fase de corte do processo de fabrico de uma capa e não propaga-se a fases posteriores como a costura das capas:

8.3.2 Medir

A partir de agora serão mostradas as metodologias de medição. É importante medir com precisão o desempenho de cada etapa do processo, identificando os pontos críticos e passíveis de melhoria.

Na construção desta ferramenta busca-se sempre o consenso de todos os membros e nunca se utiliza votação ou média das opiniões. Se há discordância sobre a correlação, abre-se espaço para argumentação entre os opinantes em contradição e o líder deve interceder ou conduzir para que se chegue a uma opinião única. É comum que durante o início da fase de pontuação ocorra a tendência dos membros da Equipa defender a hipótese de que toda correlação seja muito forte. Neste ponto, o líder ou o facilitador tem que ter habilidade de sempre lembrar aos membros da Equipa o processo como um todo. Abaixo encontra-se a figura da matriz de causa e efeito no final da pontuação:

		Cause and effect Matrix				
Rating of Importance to Customer		10	7	5	3	
Feature #		1	2	4	3	
Process Outputs		Process Efficiency	Scrap	Lineal Metre	Rework	Total
Process Inputs						
1	Amount of rolls C	0	0	9	0	45
2	Product Reference C	9	9	1	1	158
3	Package Quality S	0	1	1	0	12
4	Amount of Metres C	4	1	9	0	92
5	Width of Rolls C	9	9	9	0	198
6	Defects in Rolls of Fabrics C	9	9	9	0	198
7	New Spread in the middle C	9	9	9	0	198
8	Layers Quantity on Mattress S	9	4	1	0	123
9	Amount of Covers C	4	0	4	0	60
10	Marker Efficiency (theoretic) C	9	1	9	0	142
11	Scrap Quantity (record) C	4	9	4	1	123
12	Marker Efficacy C	9	4	9	0	163
13	Quantity of cut parts per Box C	9	4	4	1	138
14	Training of the Operatores S	9	4	9	0	163
15	Sensitization of the operators S	4	9	4	0	123
16	Operator with several functions N	4	4	4	1	88
17	Motivation of the operators N	9	1	1	0	102
18	Responsibility N	4	4	1	1	73
19	Temperature N	1	0	4	0	30
20	Moisteness N	1	0	4	0	30
21	Illumination N	1	4	0	1	38
22	Lay-out / Flw S	9	4	1	0	123
23	Standard Operation S	9	4	4	1	138
24	Standardized Work S	9	4	4	1	138
25	Spread Process C	9	4	9	1	163
26	Evacuation Process S	4	4	4	0	88
27	Procedure Supplier Defects S	9	9	9	0	198
28	Make-Up Organization S	4	9	4	0	123
29	Treatment of Devolutions S	1	4	0	1	38
30	Parallel Flows of Materials N	1	9	9	1	118
31	Vacuum N	0	4	9	0	73
32	Pressure N	0	4	9	0	73
33	Dieboards / Tools S	4	4	9	0	113
34	Knife (Gerber) N	4	4	9	0	113
35	Workstation Conditions N	4	1	0	0	47
36	Compactador of Residues S	9	9	9	0	198
Total		1930	1141	970	33	

Ilustração 13: Matriz de causa e efeito
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Em seguida, retirou-se da matriz as maiores pontuações e um pareto foi construído, onde pode-se melhor visualizar quais os pontos que devem ser priorizados durante a evolução do projecto:

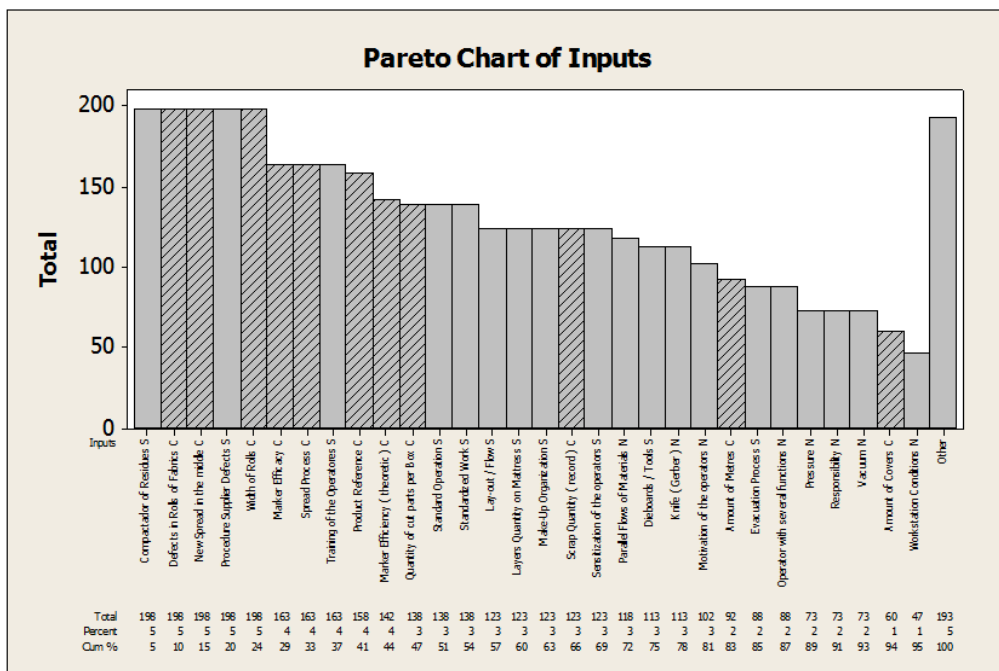


Ilustração 14: Gráfico de pareto
Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Quanto mais próximo do 200, maior a urgência em trabalhar estas etapas do processo, que são acertadamente as que estão a gerar ineficiências no processo. Pode-se verificar que dois dos maiores problemas são causados pelo fornecedor, ou seja, há problemas com os procedimentos dos fornecedores e com as medidas dos rolos de tecido.

A próxima etapa é criar o FMEA, processo de modos de falha e análises de efeitos. Partindo das variáveis de entrada priorizadas pela Equipa na matriz de causa e efeito, primeiramente se verificou qual a falha que pode ocorrer, seu efeito, as potenciais causas destas falhas e os controles actuais.

Então, foram atribuídos os valores de 1 a 10 para as 3 avaliações presentes no FMEA (severidade do efeito, ocorrência da causa e detecção da falha). Finalmente se multiplicam os valores para a determinação do RPN, factor de priorização das acções a serem tomadas, e se o resultado desta multiplicação estiver acima de 100 é necessária uma acção.

Process Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)																
Process or Product Name:	Material Consumption (Starting + Anjou Mistral)					Prepared by:	José Luís Costa		Page	1 of 2						
Responsible:	A.Amorim / R.Conceição / J.Milho / F.Duarte					FMEA Date (Orig)	11-06-2008		Rev.							
Process Step	Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPH	Actions Recommended	Resp.	Actions Taken	SEV	OCC	DET	RPM
		scrap without record	scrap out of control	8	record system	2	not made	6	96							0
Spread	Layers Quantity on Mattress S	Quantity above standard	incomplete boxes. Scrap.	6	procedure of the end of the roll.	2	control made for the operator of the cut.	3	36							0
		Quantity below standard	incomplete boxes	6	metress procedure not respected	2	control made for the operator of the cut.	3	36							0
Cut	Marker Efficiency (theoretic) C	theoretical consumption above the standard	stock rupture	8	wrong calculation of consumption	2	not made	3	48							0
		theoretical consumption below the standard	over stock	6	wrong calculation of consumption	2	not made	3	36							0
		scrap without record	scrap out of control	8	record system	8	not made	8	512							0
Cut	Quantity of cut parts per Box C	Quantity above standard	consumption above standard or scrap	4	measurement system	4	not made	6	96							0
		Quantity below standard	incomplete boxes	6	scrap in the cut process.	7	not made	5	210							0
				6	measurement system	4	not made	5	120							0
		mixed parts	incomplete boxes.	7	similar fabrics and	7	not made	3	147							0

Ilustração 15: FMEA

Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Após análise da ferramenta, chegou-se a conclusão de que o problema maior estava no fornecedor. Montou-se então a tabela abaixo para controlo dos rolos de tecido de cada fornecedor:

Folha de Registo de controlo de metragem de rolos de tecido														Data: / /				
Data	Fornecedor	Tecido	Código	ID de Rolo	ID Fornecedor	Legenda de Rolo Standard	Legenda de Rolo Real	Métricas Literares Resíduos Brutas	Métricas Literares Resíduos Líquidas	Variação entre métricas literares brutas e líquidas	Métricas Literares Estruturadas	Quantidade de Brindes controlados	Quantidade de Brindes reais	Secagem em Máquinas Literares de Secagem a Vapor	Variação entre o consumo de água quente e a quantidade de água quente utilizada	Variação entre o consumo de energia elétrica e a quantidade de energia elétrica utilizada	Precedente	Preço/ML
11-06-2008	TRECAR	Omni sorgi mistral	1,7E+07	014033236		1800	1802	45,3	44,9	0,4	44,27	2	2	0,62	-0,22	-0,63	-1,40%	7,67
11-06-2008	MTSA	Starting	1,7E+07	014112518		1800	1802	49,4	49,2	0,2	50,15	1	1	0,27	-0,07	0,35	1,93%	13,79
11-06-2008	TRETTY	Anjou mistral	1,7E+07	014081581		1900	1905	40,3	40,3	0	39,05	0	0	0	0	-1,85	-4,52%	17,24
12-06-2008	TRETTY	Anjou mistral	1,7E+07	014081579		1900	1905	50,3	50,3	0,6	48,28	3	3	0,515	0,085	-2,02	-4,02%	17,24
12-06-2008	TRETTY	Anjou mistral	1,7E+07	014081576		1900	1905	46,7	46,5	0,2	44,82	1	1	0,2	0	-1,68	-3,61%	17,24
13-06-2008	TRETTY	Anjou mistral	1,7E+07	014081574		1900	1905	27,6	27,4	0,2	26,4	1	1	0,1	0,1	-1	-3,65%	17,24
13-06-2008	DELGAR	Camcill	1,7E+07	017950101		1720	1725	24,13	23,93	0,2	23,42	1	1	0,07	0,13	-0,51	-2,13%	15,56
13-06-2008	MTSA	Tabre mistral	1,7E+07	014063014		1650	1675	16,4	16,4	0	16,32	0	0	0	0	-0,08	-0,49%	10,32
13-06-2008	DELGAR	Misteco mistral	1,7E+07	014045163		1800	1830	22,46	22,46	0	21,97	0	0	0	0	-0,49	-2,18%	12,06
13-06-2008	MTSA	Starting	1,7E+07	014063760		1800	1901	26,6	26,6	0	26,64	0	1	0,2	-0,2	0,04	0,15%	13,79
13-06-2008	TRETTY	Anjou mistral	1,7E+07	014081580		1900	1901	51,7	51,5	0,2	49,42	1	1	0,18	0,02	-2,08	-4,04%	17,24
13-06-2008	TRETTY	Anjou mistral	1,7E+07	014091888		1900	1901	41,2	41,1	0,2	39,31	1	1	0,07	0,13	-1,79	-4,36%	17,24
13-06-2008	DELGAR	Tryston Brw 5mm.	1,7E+07	013869431		1730	1740	39,45	38,85	0,6	39,22	1	1	0,35	0,25	0,37	0,95%	9,49
14-06-2008	TRETTY	Anjou mistral	1,7E+07	014124000		1900	1900	50,9	50,5	0,4	48,195	2	3	0,45	-0,25	-2,305	-4,56%	17,24
14-06-2008	TRETTY	Anjou mistral	1,7E+07	014123999		1900	1902	39,7	39,7	1	37,34	4	5	1	0	-1,36	-3,51%	17,24
14-06-2008	TRETTY	zellig mistral	1,7E+07	014123972	007121970	1620	1649	17,2	17,2	0	16,64	0	0	0	0	-0,51	-2,97%	18,88
14-06-2008	TRETTY	Alcantara mistral	1,7E+07	014094191	000091526	1400	1403	45,3	44,9	0,4	43,245	2	2	0,4	0	-1,655	-3,63%	41,65
18-06-2008	TRETTY	Anjou mistral	1,7E+07	014124040	007122202	1900	1903	61,4	60,6	0,8	58,095	4	4	0,29	-0,03	-2,545	-4,20%	17,24
18-06-2008	TRETTY	zellig mistral	1,7E+07	013976262	007130170	1620	1635	19,2	19	0,2	18,45	1	1	0,12	0,08	-0,55	-2,89%	18,42
18-06-2008	TRETTY	Omni reps mistral	1,7E+07	014123987	004129560	1900	1903	49,4	48,5	0,9	47,13	1	2	0,6	0,3	-1,37	-2,82%	9,47

Ilustração 16: Controlo da metragem dos tecidos

Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Cada rolo foi medido e sua dimensão apontada na tabela. A partir daí verificou-se que os fornecedores estavam enviando tecidos fora das especificações da indústria Corte & Costura.

Tendo concluído esta etapa de medição, passa-se então a análise do processo, mas é importante lembrar que o processo não deve deixar de ser medido mesmo depois de finalizado o projecto.

Após ter iniciado o processo e realizado a medição das variáveis do mesmo, um pequeno questionário foi aplicado aos membros da equipa Seis Sigma para identificar qual o nível de entendimento da equipa quanto as metas, papeis e responsabilidades, planos e actividades e o relacionamento entre os membros da equipa.

A figura abaixo demonstra que na média a equipa está de acordo com as metas do projecto e têm clarificado os objectivos e metas. Não houve dificuldade em difundir a metodologia Seis Sigma entre os membros da equipa e funcionários da linha de produção, pois estes já estão habituados com outras metodologias da qualidade para redução de erros e custos e por isso não apresentaram resistência na aplicação do projecto.

Assessing Team Performance		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
G	Purpose & Outcomes We understand and agree on our project mission and the desired outcome (vision).									1	2	2	92,0%
	Customer & Needs We know who the project stakeholders are, what they require, and why this project is really needed.								1	2	2	2	86,0%
	Goals & Deliverables We have identified specific, measurable & prioritized project goals & deliverables linked to our business goals.					1			1	1	1	1	78,0%
	Project Scope Definition We understand/agree on what is in/out of our project scope & task; the project scope is "set."							1	1	1	1	2	82,0%
R	Roles & Responsibilities We have defined & agreed on our roles, responsibilities, required skills & resources for the project team.								2		1	2	86,0%
	Authority & Autonomy Our team is clear on the degree of authority/empowerment we have to meet our project mission.								2		1	2	86,0%
P	Critical Success Factors We know & are focusing on the key factors needed to meet the project goals & mission.							1	1		2	1	82,0%
	Plans & Activities We have an effective game plan to follow that includes the right tasks, clearly defined/assigned.								2		1	1	78,0%
	Monitoring & Measures We have an effective monitoring process & specific metrics linked to progress & goals.							1	1		1	2	84,0%
	Schedule/Milestones We have defined our project schedule and know what the key phases & milestones are.									2		1	2
I	Team "Operating Agreement" We have shared expectations, agreed & followed guidelines for how our team works together.								2		1	2	84,0%
	Interpersonal/Team We have the necessary relationships, trust, openness, participation & behaviors for a healthy & productive team.										3	2	88,0%

Ilustração 17: Performance da equipa
Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

8.3.3 Analisar

Com os dados colectados durante o processo de medição de cada rolo de tecido, os dados foram colocados em mini-tab e obtêm-se o histograma abaixo:

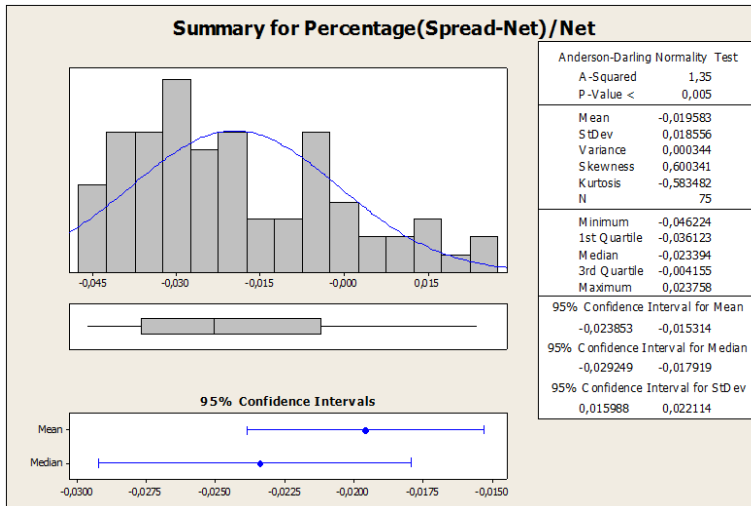


Ilustração 18: Histograma

Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Neste histograma é possível observar que a média está deslocada pela falta de tecido nos rolos que foram submetidos as medições.

Os mesmos dados utilizados na construção do histograma foram plotados e o resultado encontra-se na figura a seguir:

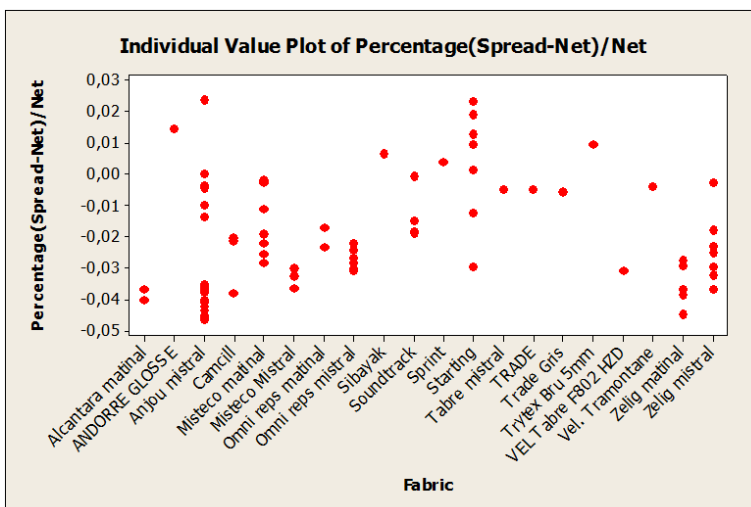


Ilustração 19: Gráfico Dot-plot

Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Este gráfico mostra quais são os tecidos mais afectados, ou seja, os que fogem mais da especificação. É possível ver a dispersão entre tecidos que vêm com maior metragem e os piores casos, os que vêm com menores metragens do que deveria.

Em seguida a Equipa construiu um gráfico, agora somente com a amostragem do tecido Anjou Mistral, que até o momento foi o que apresentou a pior média, 1,455 (como pode-se verificar na ilustração 16).

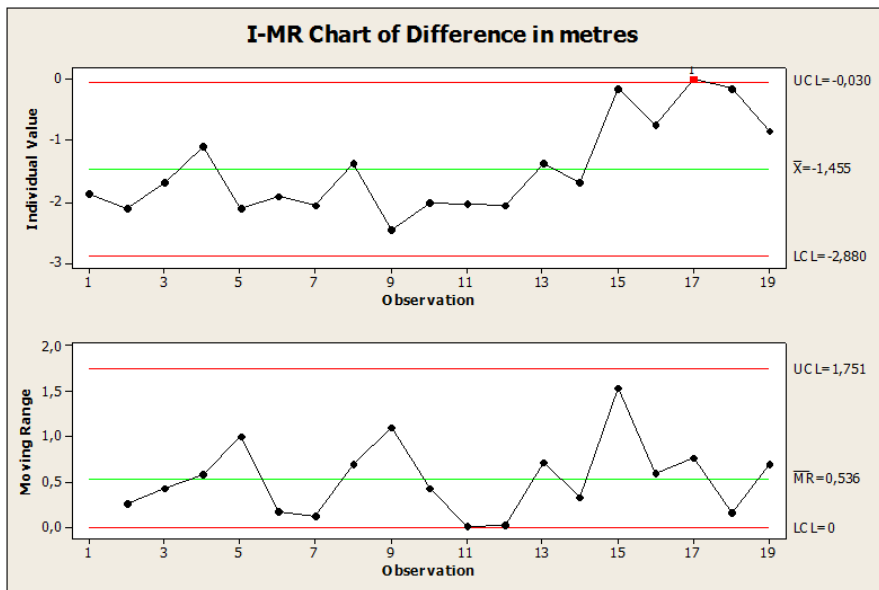


Ilustração 20: Gráfico de diferença de metragem do tecido Anjou
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Nota-se no gráfico a seguir uma melhoria nos resultados de medição do tecido Anjou a partir do ponto 15, Isto deve-se a acção de informar o fornecedor sobre os rolos de tecidos enviados fora da especificação e de uma acção deste para corrigir o defeito:

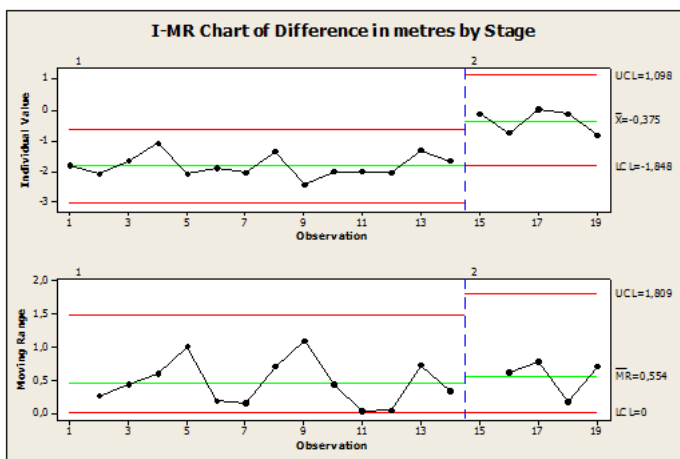


Ilustração 21: Gráfico da diferença das medições a partir da abordagem ao fornecedor
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

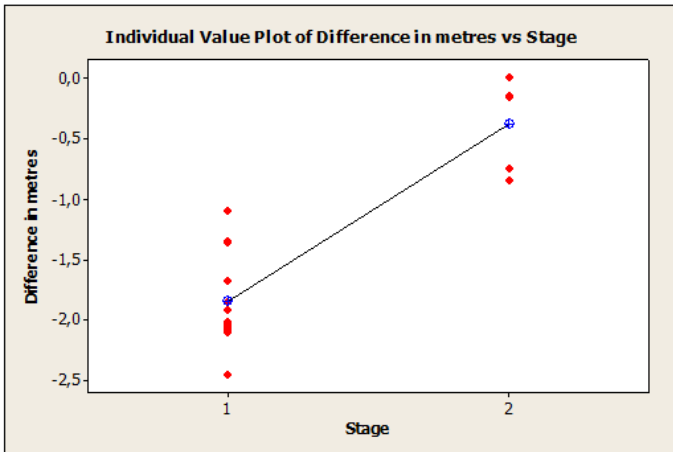


Ilustração 22: Gráfico Dot-Plot da diferença das medições a partir da abordagem ao fornecedor
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Durante todo o processo os tecidos Anjou Mistral e Starting foram acompanhados e verificou-se que para fazer uma capa de banco de automóvel gasta-se cada vez menos tecido do tipo Starting (este já alcançou o *target* previsto) mas para o tecido do tipo Anjou Mistral ainda há uma oscilação entre o gasto real e o standard, meses para maior, meses para menor. Estas diferenças estão visíveis na ilustração abaixo:

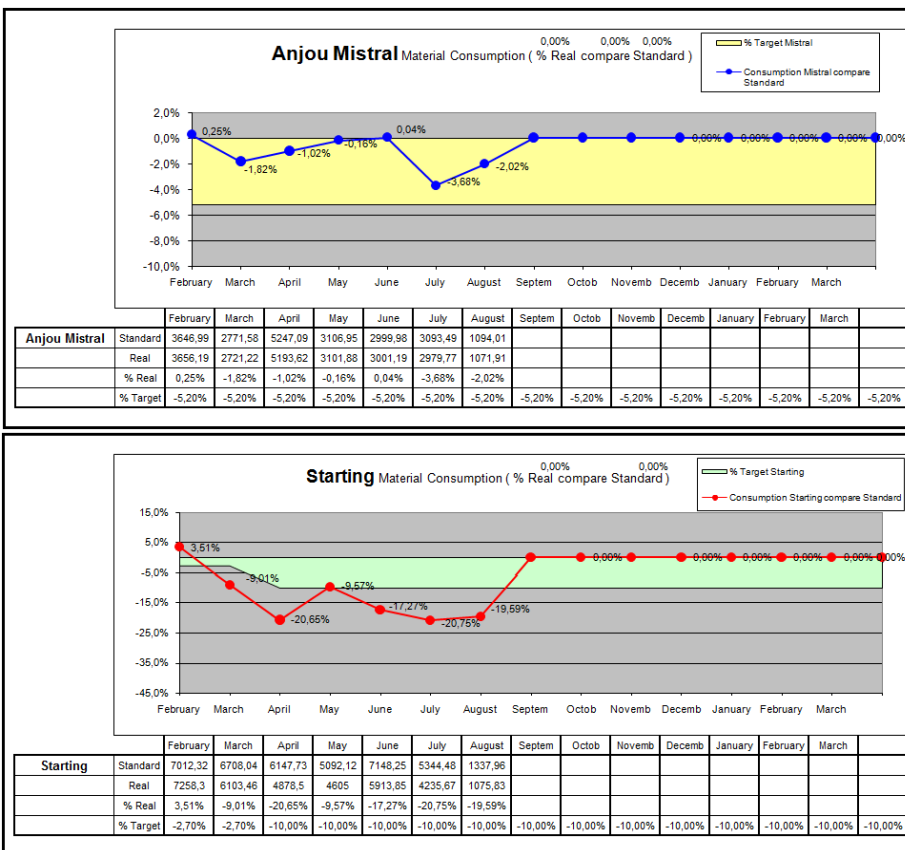


Ilustração 23: Gráfico da diferença entre o real e o standard
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

A pessoa do financeiro, que faz parte da Equipa Seis Sigma fez um acompanhamento mês a mês dos ganhos financeiros durante a aplicação do projecto. Um resultado positivo já pode ser notado no mês de Abril. Este resultado positivo, que pode ser verificado na ilustração 24, deve-se a algumas acções de melhoria que foram implementadas como teste já no mês de Março e surtiram grande efeito. Estas acções serão vistas com maiores detalhes na fase Melhorias do ciclo DMAIC:

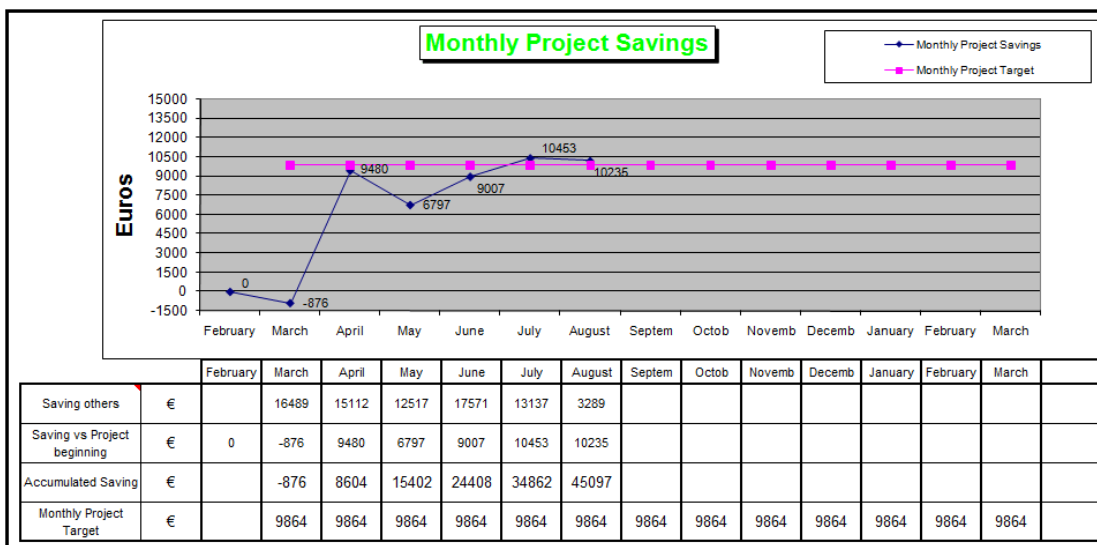


Ilustração 24: Projecção dos ganhos financeiros
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

8.3.4 Melhorar (Improvement)

Após analisar as variáveis do processo através da construção da matriz de causa e efeito e do gráfico de Pareto a equipa Seis Sigma da fábrica Corte & Costura decidiu por montar 3 procedimentos que lhes pareciam adequados para tratar as causas de custos excessivos no gasto de tecido na área do corte. Estes três procedimentos foram: melhorias no fluxo de sucatas, imputação de custos aos fornecedores e controlo da metragem dos rolos de tecidos.

Para cada um destes procedimentos foram criadas instruções de tarefa para que todos os colaboradores tivessem conhecimento do passo a passo e pudessem aplicar nas suas GAP'S (Ilustração 25).

As fotografias da ilustração 26 fazem parte das instruções de trabalho de controlo da metragem e auxiliam o trabalhador da GAP do corte a desenrolar o tecido na mesa de corte.

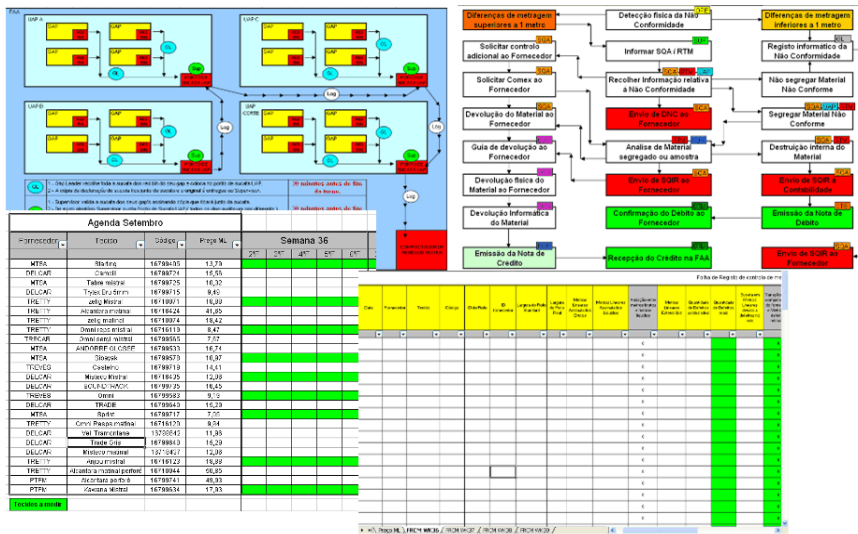


Ilustração 25: Instruções de trabalho
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

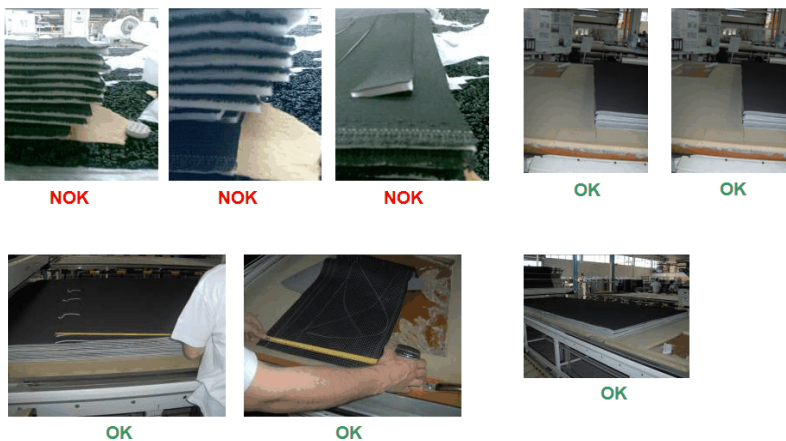


Ilustração 26: Fotografias da mesa de corte – parte da instrução de trabalho de controlo da metragem
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

8.3.5 Controlar

Na fase do controlo a equipa Seis Sigma criou planos de acções para trabalhar com a melhoria dos novos procedimentos criados na fase anterior, os quais são: de fluxo de sucata, imputação de custos aos clientes e controlo da metragem. O plano de acção pode ser verificado na ilustração 27.

O projecto foi concluído dentro do prazo que havia sido estipulado pela equipa Seis Sigma em conjunto com o director da Corte & Costura e o acompanhamento deste a todas as fases do projecto e o incentivo à equipa foi de suma importância para o sucesso do projecto.

NR.	Categoria	Assunto	Acções	RESP.	DATA					Comentários	
					PLAN.	REV.	D	C	A		
1	Metragens de rolos	Controlo de Metragem de tecido.	Garantir que diariamente são efectuadas as verificações, medições e registos dos rolos de tecido.	R. Conceição	sem.39						
2	Metragens de rolos		Garantir a actualização semanal da agenda de controlo de metragens.	A. Castro R. Conceição	sem.40						
3	Metragens de rolos		Garantir que é efectuada a análise semanal do ficheiro de registo de metragem e é efectuada a imputação de custos aos fornecedores sempre que se justifique.	A. Castro	sem.40						
4	Metragens de rolos		Garantir que são emitidas pelos fornecedores as notas de crédito sempre que lhes sejam imputados de custos.	J. Amén	sem.40						
1	Sucata	Fluxo de Sucata no interior e exterior da fábrica.	Garantir que diariamente no final do turno é recolhida a sucata dos diferentes gaps da UAP e a mesma é depositada nos "pontos de sucata da UAP".	R. Conceição F. Duarte J. Miho E. Figueiredo	sem.40						
2	Sucata		Garantir que toda a sucata que é movimentada no interior ou exterior da fábrica tem uma declaração de sucata associada.	R. Conceição F. Duarte J. Miho E. Figueiredo A. Amorim	sem.37						
3	Sucata		Garantir que diariamente é declarada no Brain toda a sucata da fábrica.	R. Conceição F. Duarte J. Miho E. Figueiredo	sem.39						
4	Sucata		Garantir que diariamente toda a sucata da fábrica colcada nos "pontos de sucata UAP" é recolhida e depositada no compactador de resíduos.	A. Amorim	sem.40						
5	Sucata		Confirmar semanalmente a recepção dos originais e respectivas cópias das declarações de sucata.	J. Amén	sem.40						
1	Imputação de custos	Imputação de custos a fornecedores associados a não conformidades nos rolos de tecido (desvios de metragem).	Garantir a consolidação semanal de toda a informação relativa a não conformidades nos rolos de tecido (desvios de metragem).	A. Castro	sem.40						
2	Imputação de custos		Garantir o envio de "DNC" e "SQIR" aos fornecedores sempre que se verifique motivo para isso.	A. Castro	sem.37						
3	Imputação de custos		Garantir a recepção do crédito emitido pelo fornecedor ou confirmação do débito emitido pela contabilidade.	J. Amén	sem.40						

Ilustração 27: Plano de acções

Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma

		March	April	May	June	July	August	September	October	November																															
		S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48			
Define	Project Define	█																																							
	Project Launch					█																																			
	Constitution of team					█																																			
	Critical to Satisfaction Tree					█																																			
	SIPOC					█																																			
Measure	Process Mapping					█																																			
	Ishikawa										█																														
	Cause & Effect Matrix										█																														
Analyse	FMEA																																								
	Measurement					T				T					T					T																					
	Procedures																																								
Improve	Determination x																																								
	Correlation y=f(x)																																								
	Improvement action																																								
Control																																									
	Procedures																																								
	Training																																								
	Control Plan																																								

Ilustração 28: Planeamento – final do projecto

Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

9 RESULTADOS

9.1 Consumo de material

Depois de implementadas as acções de melhorias, mês a mês foram calculados o consumo de tecido do tipo Starting e Anjou Mistral e os valores verificados de Fevereiro de 2008 a Março de 2009 foram representados graficamente.

A meta estipulada no início do projecto para o consumo do tecido do tipo Starting era 0,119 ml por capa e para o tecido Anjou era de 0,163 ml por capa, ou seja, uma redução de 10% no consumo do tecido Starting e de 5% na redução do consumo do tecido Anjou.

Analisando a ilustração 29 abaixo, temos para o tecido Starting, entre os meses de Março e Abril uma queda consecutiva no consumo que era de 3,51% acima do consumo standard em Fevereiro para (-9,01%) abaixo do consumo standard em Março e (-20,65%) abaixo do consumo standard em Abril.

O início da implementação das acções para controlo de metragem, imputação de custos aos fornecedores e melhorias no fluxo de sucata foi no mês de Março e as mesmas foram concluídas no mês de Junho. A redução no consumo é fruto destas acções.

Entre os meses de Maio a Dezembro temos um consumo na média de (-20%) abaixo do consumo standard comprovando a tendência positiva e eficácia das acções implementadas. Após o mês de Dezembro, a redução em relação ao consumo standard estabilizou a volta dos (-29%).

Portanto, a meta de redução de 10% do consumo foi atingida a partir do mês de Junho e com tendência positiva desde então.

Percebemos variações percentuais entre um mês e outro. Isto explica-se pois o consumo de tecido pode ser maior ou menor em função do comportamento de diversos factores durante o mês. Estes factores foram ilustrados no Gráfico Pareto da ilustração 14. Falhas aleatórias, como por exemplo um erro operacional não comum, podem provocar um maior ou menor consumo. As acções implementadas foram para reduzir os factores do topo do Pareto definidos pelo grupo de trabalho através da matriz de causa e efeito.

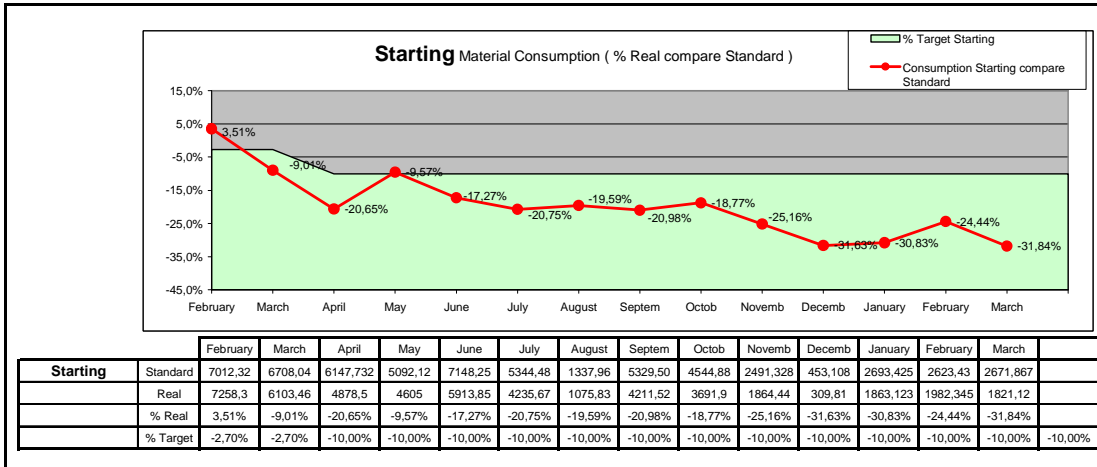


Ilustração 29: Consumo de tecido Starting de Fevereiro 08 a Março 09
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Analisando a ilustração 30 abaixo, vemos que para o tecido Anjou, entre os meses de Março e Junho, o consumo de material é próximo ao consumo standard porém não se verifica nenhuma tendência de melhoria nos resultados. Isto é natural, visto que as acções de melhoria no processo foram implementadas e testadas no tecido Starting a partir de Março e nos meses de Maio e Junho as mesmas foram consolidadas para o tecido Anjou.

A partir do mês de Julho, temos uma queda significativa no consumo para os (-3,6%) abaixo do consumo standard e entre os meses de Agosto e Dezembro, a tendência de redução de consumo é nítida. A meta dos 5% de redução para o tecido Anjou é atingida no mês de Outubro e segue com uma tendência positiva até o mês de Dezembro. Durante os meses de Janeiro a Março a redução de consumo se estabiliza a volta dos (-8%).

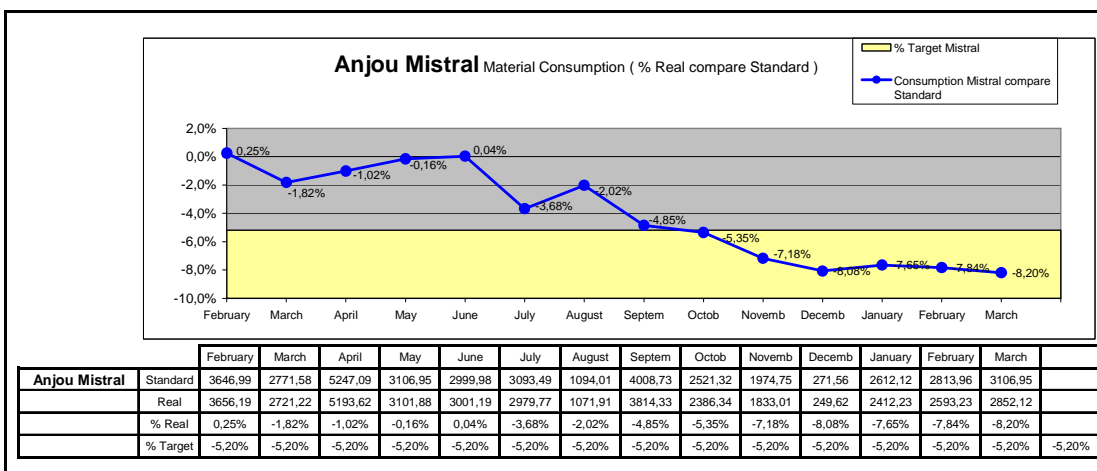


Ilustração 30: Consumo de tecido Anjou de Fevereiro 08 a Março 09
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

Ao analisar os gráficos tanto para o tecido Starting quanto para o tecido Anjou percebemos uma tendência positiva em relação ao consumo ao longo do ano, isto nos confirma que as acções implementadas para controlo de metragem, imputação de custos aos fornecedores e melhorias no fluxo de sucata foram positivas e eficazes para atingir as metas de redução de consumo previstas para este projecto.

9.2 Resultados financeiros

O acompanhamento financeiro do projecto foi feito entre os meses de Março 08 a Março 09. Através da ilustração 31 abaixo, vemos que o projecto passa a dar resultados positivos em termos financeiros a partir do mês de Abril. Isto quer dizer que a soma do consumo real dos tecidos Anjou e Starting é menor do que a soma do consumo teórico previsto pelo standard para os dois tecidos no mês de Abril. Esta redução de consumo de tecidos é traduzida financeiramente por uma economia de 9480€ no mês de Abril. Sabemos que esta economia no mês de Abril vem em função da redução do consumo do tecido Starting onde algumas acções de melhoria foram implementadas como teste já no mês de Março e surtiram grande efeito.

A partir do mês de Julho, o resultado financeiro do projecto atinge a meta de economia de 9,8K€ por mês e segue uma tendência positiva até ao mês de Novembro. Entre os meses de Janeiro a Março, a economia do projecto estabiliza-se a volta dos 11,5K€ por mês. O mês de Dezembro, apesar dos consumos de tecido terem sido inferiores aos meses anteriores, a economia é menos significativa pois é afectada pela queda de volume nas férias.

A meta para qualquer projecto Seis Sigma na fábrica Corte & Costura é alcançar uma economia de no mínimo 110k€/ano, para este projecto em específico a meta é alcançar os 119k€/ano. A economia real do projecto entre os meses de Março 08 a Março 09 foi 125K€. Portanto, o projecto atingiu a meta pré-estabelecida.

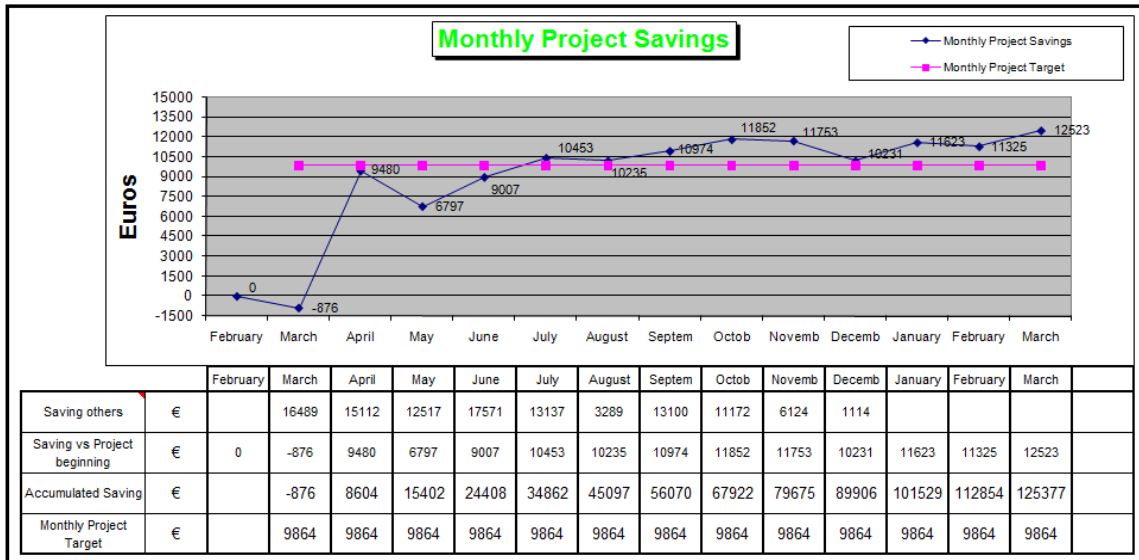


Ilustração 31: Ganhos financeiros Março 08 a Março 09
 Fonte: Fábrica Corte & Costura – Equipa Seis Sigma.

10 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS

Conclusões

A partir do estudo realizado, chegou-se a conclusão de que a metodologia Seis Sigma centra-se na melhoria da qualidade (redução do desperdício) ao ajudar as organizações a produzir de melhor forma, mais rápida e mais económica.

Em termos tradicionais, o Seis Sigma focaliza a prevenção de defeitos, a redução dos tempos de ciclo e a economia de custos. Ao contrário das reduções de custos descuidados, que reduzem valor e qualidade, o Seis Sigma identifica e elimina custos do desperdício. Em geral, esses custos são extremamente elevados em empresas que não o utilizam.

A aplicação do Seis Sigma na indústria Corte & Costura (caso prático) com objectivo de reduzir perdas no processo de corte mostrou-se muito eficiente, pois houveram ganhos quantitativos e qualitativos.

Os ganhos quantitativos podem ser observados através das ilustrações 29 e 30, com a redução de mais de 10% do consumo de tecido do tipo Starting e de mais de 5% do tecido Anjou. Os ganhos financeiros podem ser observados na ilustração 31, onde a partir do mês de Julho, a economia é de 9,8K€ por mês e segue uma tendência positiva até o mês de Novembro. Entre os meses de Janeiro a Março, a economia do projecto estabiliza-se a volta dos 11,5K€ por mês. Ao fim de um ano da aplicação do projecto a economia total é de 125 mil euros, valor que ultrapassou os 119 mil euros estipulados no início do projecto.

Houveram também ganhos qualitativos, como a elevação do nível técnico dos envolvidos no projecto, resultantes das formações e o aumento da motivação dos colaboradores frente aos resultados positivos do experimento e a possibilidade de crescimento e impulso na carreira com a formação a Green Belt.

Sugestões para próximos trabalhos

A empresa Corte & Costura pretende aplicar a metodologia Seis Sigma em todo processo produtivo e nas diversas áreas da empresa. O próximo processo a utilizar esta metodologia será o processo de prensa, e uma sugestão para um próximo trabalho pode ser a verificação da eficiência da aplicação da metodologia neste processo.

Outras sugestões poderiam ser a observação dos resultados da aplicação do Seis Sigma nas diversas áreas da empresa, tais como:

- **Logística:** o atendimento aos pedidos sem defeitos, na quantidade e qualidade solicitadas pelo cliente é uma necessidade dentro das organizações e não mais um diferencial, as empresas sentem-se na obrigação de prestar serviços que atendam as expectativas dos seus clientes.

Muitas empresas apresentam um problema de falta de controlo do stock, ou seja, o stock físico da empresa normalmente diverge do stock registado no sistema. Assim, o presente trabalho faz um estudo acerca dos sistemas de informação que podem auxiliar na colecta, controle e manipulação dos dados referentes ao stock da empresa. Por sua vez, o estudo da gestão de stock é necessário uma vez que através dessa gestão logística se pode controlar o nível desse activo a fim de atender pedidos de compras e de produção;

- **Vendas e Compras:** o Seis Sigma pode se tornar o elemento essencial para criar a estratégia de preços em uma empresa. Os conceitos de Seis Sigma permitem o desenvolvimento de uma abordagem pró-activa para a determinação estratégica de preços, possibilitando melhoria na operatividade. Através deste processo, evita-se negociações demoradas e sem valor agregado e, conseqüentemente, a erosão de preços. Uma acção importante seria desenvolver novos fornecedores para os produtos comprados pela empresa, de forma a aumentar o problema de barganha da empresa.
- **Marketing:** o Seis Sigma evoluiu da manufactura para os demais departamentos da empresa e, apesar de muitos chefes acreditarem que um método estatístico não deve funcionar em actividades como o Marketing, as empresas estão cada vez mais a utilizar a metodologia nas áreas transaccionais da empresa. O Seis Sigma no Marketing pode auxiliar em um processo de verificação sobre qual dos 4 P's (preço, produto, promoção e praça (*place*)) estaria impactando mais profundamente nos resultados da empresa.

Além de testar a usabilidade da ferramenta Seis Sigma nos diversos departamentos da empresa, a companhia também poderia comparar a metodologia Seis Sigma com outras metodologias, tal como o *Lean Seis Sigma*, que procura além de melhorar processos e produtos, reduzir, ou mesmo acabar com actividades que não acrescentam valor e desperdiçam tempo e dinheiro da organização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antony, J., Banuelas, R. (2002b) “Critical success factors for the successful implementation of Six Sigma projects in organizations”. *The TQM Magazine*, vol. 14, no.2, pp. 92-99.
- Antony, J., Banuelas, R. (2002a) “Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma”. *Measuring Business Excellence*, pp. 20-27.
- Arnheiter, E.D., Maleyeff, J. (2005) “The Integration of Lean Management and Six Sigma”, *The TQM Magazine*, vol. 17, no. 1, pp. 5-18.
- Bell, J. (1989) “Doing your research project: a guide for the first-time researchers in education and social science”. 2. reimp. Milton Keynes, England: Open University Press, pp. 145.
- Bonilla, C., Waterbury, T. (2008) “A lean Six Sigma execution strategy for services sectors”. *International Journal of Six Sigma and competitive advantage*, vol. 4, no. 4, pp. 395-408.
- Chakrabarty, A., Tan, C.K. (2007) “The current state of Six Sigma application in services”, *Department of Industrial and Systems Engineering. National University of Singapore, Singapore*, vol. 17, no. 2, pp. 194-208.
- Chen, J.M., Tsou, J.C. (2005) “Case study: quality improvement model in a car seat assembly line”. *Production Planning & Control*, vol. 16, no.7, pp. 681-690.
- Dale, B. (2000) “Marginalization of quality: is there a case to answer?” *The TQM Magazine*, vol.12, no. 4, pp. 66-74.
- Dangayach, G.S., Krishna, G.A. (2007) “Six Sigma implementation at an auto component manufacturing plant: a case study”. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, vol. 3, no.3, pp. 282-296.

Devadasan, S.R., Goyal, S.K., Sadagopan, P. (2005) "Three Six Sigma transitions and organizational preparedness exercise - today's imperatives for tomorrow success". *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, vol. 1, no. 2, pp. 134-150.

Dichen, P. (1998) "Global shift, Paul Chapman", London, p. 316.

Donnelly, M., Mellahi, K., Morris, D. (2002) "The European automobile industry: escape from parochialism". *European Business Review*, vol. 14, no.1, pp. 30-39.

Ericsson (2005) "About Ericsson", Retrieved October 5, 2005 (Available at: <http://www.ericsson.com/about/>)

Fundação Getúlio Vargas. (2003) "Normas para apresentação de monografia". Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Biblioteca Karl A. Boedecker. – 3.ed. – São Paulo: FGV-EAESP, pp. 1-95.

Fryer, K. J. (2007) "Critical success factors of continuous improvement in the public sector: A literature review and some key findings", *The TQM Magazine*, vol. 19, no. 5, pp. 497-517.

Ganeshan, R., Kulkarni, S., Boone, T. (2001) "Production economics and process quality: A Taguchi perspective". *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 71, pp. 343–351.

Ghobadian, A., Galleary, D. (1997) "TQM and organization size", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 17, no. 2, pp.121–163.

Goh, T. N., Tang, L., Lam, S., Gao, Y. (2006) "Six Sigma: a SWOT analysis". *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, vol. 2, no.3, pp. 233-242.

Goh, T.N. (2002) "A strategic assessment of Six Sigma", *Quality and Reliability Engineering International*, Vol. 18, pp. 403–410.

Halliday, S. (2001) "So what exactly is Six Sigma?" *Works Management*, vol. 54, no. 1, p. 15.

Harrington, H. J. (1988) "O processo de aperfeiçoamento", São Paulo, SP, McGraw-Hill.

Harry, M., Schroeder, R. (2000) "Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations", Doubleday Currency, New York, NY.

Henderson, K., Evans, J. (2000) "Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company". *Benchmarking and International Journal*, vol. 17, no.4, pp. 260-281.

Hendricks, C.A., Kelbaugh, R. (1998) "Implementing Six Sigma at GE", *The Journal of Quality and Participation*, vol.21, no. 4, pp. 48-53.

Hoerl, R.W. (1998) "Six Sigma and the future of the quality profession", *IEEE Engineering Management Review*, Fall, pp. 87-94.

Kocham, T., Lansbury, R. (1995) "Employment relations in the international automotive industry, an area of global change", IMVP, Toronto.

Krishnan, M.S., Kriebel, C.H., Kekre, S., Mukhopodhayay, T. (2000) "An empirical analysis of productivity and quality in software products". *Manage. Sci.*, vol. 46, pp. 745–759.

Ladani, L., Das, D., Cartwright, J. L., Yenker, R., Razmi, J. (2006) "Implementation of Six Sigma quality system in Celestia with practical examples". *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, vol. 2, no. 1, pp. 69-88.

Llorens-Montes, F.J., Garcia-Morales, V.J., Verdu-Jover, A.J. (2004) "Flexibility and quality management in manufacturing: an alternative approach". *Prod. Planning & Control*, vol. 15, pp. 525–533.

Magnusson, K., Kroslid, D., Bergman, B. (2003) "Six Sigma – "The Pragmatic Approach", Lund: Studentlitteratur.

Pande, P.S.; Neuman, R.P; Cavanagh, R.R. (2000) “The Six Sigma Way: How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing their Performance”, McGraw-Hill Professional, New York, NY.

Paton, S. (2008) “Consumer-driven Six Sigma saves Ford \$ 300 million”. Quality digest, pp. 1-10.

Salameh, M.K., Jaber, M.Y. (2000) “Economic production quantity model for items with imperfect quality”. Int. J. Prod. Econ., vol. 64, pp. 59–64.

Sandborn, P. (2003) “Contract Assembly Assesment”, Web book, Calce electronic product and system center, Available at: www.calce.umd.edu

Schon, K. (2006) “Implementing Six Sigma in a non-American culture”. Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage, vol. 2, no. 4, pp. 404-428.

Snee, R.D. (2003) “Eight essential tools”, Quality Progress, vol. 36, no. 12, pp. 86-88.

SKF (2005) “About SKF”, Retrieved August 31, 2005 (Available at: <http://www.skf.com/portal/skf/home/about/>)

Volvo Cars (2005) “Corporate Information”. Retrieved October, 5, 2005 (Available at: <http://www.volvocars.com/AboutVolvo/>)

ANEXOS

ANEXO A – Questionário Seis Sigma

A – DADOS DA EMPRESA

As questões seguintes têm o objetivo de caracterizar a sua empresa.

☒ - A. 1 – Setor de Atividade

- Automotivo Plásticos Borracha Eletrodomésticos
 Autopeças Metal/Mecânico Farmacêutica Eletroeletrônico
 Químico Máquinas Bancário Informática
 Metalúrgico Prestação de Serviços Fundição Transportes
 Outro: especifique _____

☒ - A. 2 – Principais Produtos:
BANCOS DE AUTOMÓVEIS

☒ - A. 3 – Nº de Funcionários:
625 (500 MODs E 75 MDIs)

☒ - A. 4 – Faturamento Anual (R\$ milhões):
33ME

☒ - A. 5 – Market Share (mercado interno e externo):
1ºEUROPA E 3ºMUNDO

☒ - A. 6 – Qual a participação aproximada da empresa dentro do seu principal mercado de atuação (mercado interno)?

- Líder Entre 30 e 50% Entre 50 e 80%
 Mais de 80% Menos de 30%

☒ Indicação obrigatória
 ☒ Selecionar com um "x" (X) apenas uma das opções listadas.
 ☒ Selecionar com "x" (X) uma ou mais das opções listadas.

B – PROGRAMA SEIS SIGMA

As perguntas seguintes têm por finalidade identificar o engajamento da empresa no Programa Seis Sigma e os benefícios dele obtidos.

☒ - B. 1 – Data da implantação do Programa Seis Sigma na empresa (mês/ano): 03/08

☒ - B. 2 – Como a sua empresa identificou a necessidade de implantação do Programa Seis Sigma?

- Estratégia da Empresa Propaganda na Imprensa sobre o Seis Sigma
 Decisão da Matriz Divulgação de Consultoria Externa
 Benchmarking Outras (descrever): _____

☒ - B. 3 – Qual foi a forma de implantação do Programa Seis Sigma em sua empresa?

- Auto Implantação Suporte de Consultoria Nacional
 Suporte da Matriz Suporte de Consultoria Estrangeira
 Outras (descrever): _____

☒ - B. 4 – Qual foi a área de sua empresa que deu início ao estudo de implantação do Programa Seis Sigma?

- Alta Administração Engenharia
 Qualidade Recursos Humanos
 Financeira Outras (descrever): _____

☒ - B. 5 – Em quais áreas da sua empresa é aplicado o Programa Seis Sigma?

- Em toda a empresa Engenharia
 Administração Manufatura
 Financeira Pesquisa e Desenvolvimento
 Compras Outras (descrever): _____

☒ Indicação obrigatória
 ☒ Selecionar com um "x" (X) apenas uma das opções listadas.
 ☒ Selecionar com "x" (X) uma ou mais das opções listadas.

☒ - B. 6 – O Programa Seis Sigma foi personalizado para a cultura de sua empresa?

- Sim Não Não existem dados disponíveis

☒ - B. 7 – Quais foram os investimentos realizados em sua empresa na implantação do Programa Seis Sigma?

Ano de 2003: R\$ _____ Ano de 2001: R\$ _____
 Ano de 2002: R\$ _____ Ano de 2000: R\$ _____

☒ - B. 8 – Como se dá (em sua empresa) a seleção dos especialistas envolvidos no Programa Seis Sigma?

- Indicação Entrevista de Seleção
 Voluntariado Plano de Carreira
 Testes de Aptidão Outras (descrever): _____

☒ - B. 9 – A empresa designou um coordenador específico para o Programa Seis Sigma?

- Sim Não Não existem dados disponíveis

☒ - B. 10 – Sobre a Estrutura e a Formação do Pessoal envolvido no Programa Seis Sigma, informe no quadro seguinte: a) qual é o número de *Master Black Belts*, *Black Belts* e *Green Belts* na empresa; b) o número médio de horas de treinamento destes profissionais; c) a existência (ou não) de dedicação exclusiva destes profissionais ao programa.

	Nº de Profissionais na Empresa	Nº Médio de Horas de Treinamento	Dedicação Exclusiva (Sim / Não)
Nº de <i>Master Black Belts</i>			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Nº de <i>Black Belts</i>	1	160h + projeto	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Nº de <i>Green Belts</i>			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

☒ Indicação obrigatória
 ☒ Selecionar com um "x" (X) apenas uma das opções listadas.
 ☒ Selecionar com "x" (X) uma ou mais das opções listadas.

☒ - B. 11 – A empresa estabeleceu algum tipo de reconhecimento financeiro, mérito ou impulso na carreira dos funcionários envolvidos no Programa Seis Sigma?

- Sim Não Não existem dados disponíveis

☒ - B. 12 – Em relação à questão anterior, quais os principais tipos de reconhecimento?

- Financeiro Impulso na Carreira
 Premiação (não financeira) Outras (descrever): _____

☒ - B. 13 – Quais são os critérios para a seleção de um projeto Seis Sigma?

- Relação com as metas estratégicas da empresa
 Ganhos financeiros previstos no projeto
 Ganhos qualitativos previstos no projeto
 Aumento na satisfação dos clientes
 Diminuição do impacto ao meio ambiente
 Aumento da segurança e no apoio à prevenção de acidentes
 Outros (descrever): _____

☒ - B. 14 – Quem são os envolvidos na definição dos critérios para seleção de projetos?

- Presidente (da empresa) Diretores
 Master Black Belts Coordenador do Programa Seis Sigma
 Black Belts Gerentes
 Green Belts Outros (descrever): _____

☒ - B. 15 – Qual é o número médio (anual) de projetos Seis Sigma implantados na empresa?

- De 01 a 05 De 21 a 30
 De 06 a 10 De 31 a 50
 De 11 a 20 Acima de 50

☒ Indicação obrigatória
 ☒ Selecionar com um "x" (X) apenas uma das opções listadas.
 ☒ Selecionar com "x" (X) uma ou mais das opções listadas.

☒ - B. 16 – Qual é o tempo médio da duração de um projeto Seis Sigma na empresa?

- De 01 a 05 meses De 19 a 24 meses
 De 06 a 12 meses De 25 a 36 meses
 De 13 a 18 meses Acima de 36 meses

■ - B. 17 – Quais os benefícios que o Programa Seis Sigma está proporcionando para sua empresa?

- Reduzindo desperdícios Aumentando a satisfação dos clientes
 Aumentando a produtividade Diminuindo a variabilidade dos processos
 Outros (descrever) _____

☒ - B. 18 – Quais são os benefícios financeiros, em média, obtidos por projeto? (informar em R\$):

- De 5 a 10 mil euros De 51 a 100 mil euros
 De 11 a 20 mil euros De 100 a 200 mil euros
 De 21 a 50 mil euros Acima de 200 mil euros

☒ - B. 19 – Quais foram os ganhos contabilizados como resultantes do Programa Seis Sigma em sua empresa?

Ano de 2003: R\$ _____ Ano de 2001: R\$ _____
 Ano de 2002: R\$ _____ Ano de 2000: R\$ _____

☒ - B. 20 – Os ganhos financeiros do Programa Seis Sigma são validados pela área contábil (ou controladoria) da sua empresa?

- Sim Não Não existem dados disponíveis

■ - B. 21 – Qual é a escala adotada em sua empresa para medir o ganho em qualidade de produtos e de processos aplicando o Programa Seis Sigma?

■ - Escala de qualidade.
 ☒ - Selecionar com um "X" apenas uma das opções listadas.
 ☒ - Selecionar com um "X" uma ou mais das opções listadas.

- PPM (partes por milhão) Número de Sigmas
 Ppml (partes por milhares) Escala Sigma
 % (partes por cento ou percentual) Outros (descrever) _____

☒ - B. 22 – Quais foram os resultados (nos anos mencionados), expressos na escala adotada em sua empresa para medir o ganho em qualidade de produtos e de processos, aplicando o Programa Seis Sigma?

Ano de 2003: _____ Ano de 2001: _____
 Ano de 2002: _____ Ano de 2000: _____

☒ - B. 23 – Qual a tendência do Programa Seis Sigma em sua empresa?

- Descontinuar, devido aos resultados obtidos terem sido insatisfatórios
 Descontinuar, devido aos elevados investimentos necessários para o programa
 Descontinuar temporariamente, e retomar o programa no futuro
 Prosseguir mantendo os investimentos no programa
 Prosseguir diminuindo os investimentos no programa
 Prosseguir aumentando os investimentos no programa
 Não existem dados disponíveis
 Outros _____

☒ - B. 24 – A empresa utiliza algum software estatístico para apoio nos projetos Seis Sigma?

- Sim Não Não existem dados disponíveis

■ - B. 25 – Em relação à questão anterior, qual (is) seria (m) esse (s) software (s)?

- EXCELS
 MINTAB®
 Outros (descrever) _____

☒ - B. 26 – A empresa aplica os métodos de melhorias a seguir?

DMAIC (1)	DFSS (2)	DMADV (3)	DMEDI (4)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

■ - Escala de qualidade.
 ☒ - Selecionar com um "X" apenas uma das opções listadas.
 ☒ - Selecionar com um "X" uma ou mais das opções listadas.

<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim
<input type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> Não existem dados disponíveis	<input type="checkbox"/> Não existem dados disponíveis	<input type="checkbox"/> Não existem dados disponíveis	<input type="checkbox"/> Não existem dados disponíveis

Notas Explicativas:

(1) DMAIC: é o método utilizado no Seis Sigma para melhorar processos e produtos. Cada etapa da metodologia possui uma ação: Definir: é a definição clara e objetiva do projeto compreendendo os CTO's e os requisitos técnicos; Medir: é a identificação das medidas-chave da eficiência e da eficácia transportando tais medidas para o conceito do sigma; Analisar: é a determinação das causas do problema que precisa de melhoria; Melhorar: é a soma das atividades relacionadas com a geração, seleção e implementação de soluções; Controlar: é a ação de garantir que as melhorias se sustentem ao longo do tempo;

(2) DFSS: Design for Six Sigma é uma metodologia para a organização de projeto de produto, com os seguintes princípios: identificação das especificações do cliente; desdobramento das especificações; construção da capacidade e modelagem;

(3) DMADV: é um método (que é mais usado pela GE) que contempla cinco etapas: Definir, Medir, Analisar, Desenvolver e Verificar;

(4) DMEDI: é um método recém criado, que está sendo utilizado em algumas empresas norte-americanas, que contempla cinco etapas: Definir, Medir, Explorar, Desenvolver e Implementar.

C – INTEGRAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO PROGRAMA SEIS SIGMA AO MÉTODO DMAIC

Na tabela abaixo estão relacionadas as ferramentas da qualidade que habitualmente são aplicadas no DMAIC (ou em suas versões)

☒ - C.1 – Quais são as ferramentas da qualidade utilizadas em sua empresa nas diferentes (cinco) etapas do DMAIC (ou em outras versões ao método DMAIC)?

Nota: Marque um "X" nas ferramentas empregadas em sua empresa (no Programa Seis Sigma), assinalando em "S" para "sim" (que emprega a ferramenta), em "N" para "não" e em "NS" para "não sei".

NOTA: veja o Glossário de Termos Técnicos, Métodos e Ferramentas da Qualidade.

ETAPAS DO DMAIC
<input type="checkbox"/>

■ - Escala de qualidade.
 ☒ - Selecionar com um "X" apenas uma das opções listadas.
 ☒ - Selecionar com um "X" uma ou mais das opções listadas.

Ferramentas da Qualidade	DEFINIR (1)		MEDIR (2)		ANALISAR (3)		MELHORAR (4)		CONTROLAR (5)	
	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS
1. Análise de Causa Raiz	x									
2. Análise de Regressão				x						
3. Análise de Tempo de Falhas	x									
4. Análise de Variância				x						
5. Análise Econômica	x									
6. Análise do Tempo de Ciclo	x									
7. Análise Multivariada				x						
8. Análise de Sistemas de Medição/Inspeção	x									
9. Boxplot	x									
10. Brainstorming	x									
11. Carta de Controle				x						
12. Carta "Multi-Vari"				x						
13. Coleta de Dados	x									
14. Controle Estatístico de Processo	x									
15. Diagrama de Afinidades				x						
16. Diagrama Árvore	x									
17. Diagrama de Causa e Efeito	x									
18. Diagrama de Dispersão				x						
19. Diagrama de Ishikawa				x						
20. Diagrama de Matriz	x									
21. Diagrama de Pareto	x									
22. Diagrama de Relações	x									
23. Estratificação				x						
24. Fluxograma	x									

Ferramentas da Qualidade	DEFINIR (1)		MEDIR (2)		ANALISAR (3)		MELHORAR (4)		CONTROLAR (5)	
	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS
25. FMEA	x									
26. Folha de Verificação	x									
27. FTA				x						
28. Gráfico Sequencial				x						
29. Histograma	x									
30. Índices de Capacidade				x						
31. Mapa de Processo	x									
32. Mapa de Produto				x						
33. Mapa de Raciocínio				x						
34. Mapeamento do Processo	x									
35. Matriz de Priorização	x									
36. Mensuração de Defeitos				x						

■ - Escala de qualidade.
 ☒ - Selecionar com um "X" apenas uma das opções listadas.
 ☒ - Selecionar com um "X" uma ou mais das opções listadas.

