

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CLAUDEMIR ROGÉRIO MAZZUTTI

GESTÃO DE PROJETOS COM A METODOLOGIA SEIS SIGMA

MARÍLIA
2014

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CLAUDEMIR ROGÉRIO MAZZUTTI

GESTÃO DE PROJETOS COM A METODOLOGIA SEIS SIGMA

Plano de Trabalho apresentado ao Núcleo de Apoio à Pesquisa e Extensão da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. Rodrigo Fabiano Ravazi

MARÍLIA
2014

MAZZUTTI, Claudemir Rogério

Gestão de Projetos com a Metodologia Seis Sigma./Claudemir Rogério Mazzutti; orientador: Rodrigo Fabiano Ravazi.

Marília, SP: 2014.

67 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino "Eurípedes Soares da Rocha", mantenedora do Centro Universitário Eurípedes de Marília - UNIVEM, Marília, 2014.

1. Gestão de Projetos 2. Metodologia Seis Sigma 3. DMAIC

CDD: 658.404



FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM
Curso de Engenharia de Produção.


Claudemir Rogério Mazzutti - 46478-3

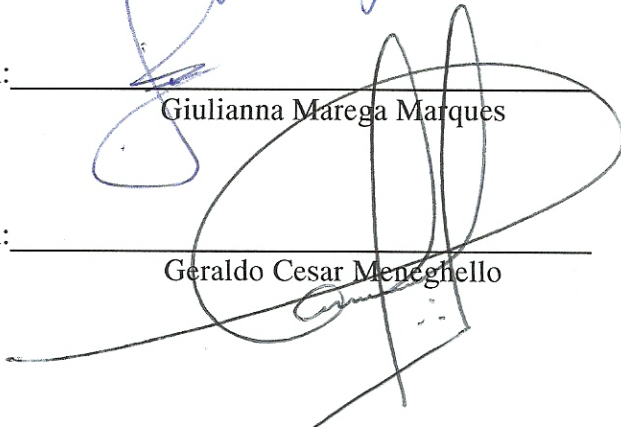
TÍTULO "Gestão de projetos com a metodologia seis sigma "

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R, para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Nota: 10,0

ORIENTADOR: 
Rodrigo Fabiano Ravazi

1° EXAMINADOR: 
Giulianna Marega Marques

2° EXAMINADOR: 
Geraldo Cesar Meneghelo

Marília, 01 de dezembro de 2014.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu irmão Claudio e aos meus pais, Vergílio e Marina, pelo amor e pela estrutura familiar que me proporcionaram, sendo exemplos de determinação, honestidade e humildade.

Mãe, saudades eternas.

É prazeroso perceber que ao final desta jornada consegui realizar meus objetivos pessoais, além de conseguir estabelecer amizades novas entre professores e colegas de classe, amizades que levarei para sempre comigo.

A todos os docentes que ministram o curso de Engenharia de Produção do UNIVEM, muito obrigado pelo apoio, dedicação, suporte e ensino de qualidade, especialmente ao professor Ravazi, orientador deste trabalho e amigo de todos os alunos.

Agradeço especialmente a minha companheira, Anna Beatriz, a pessoa apoiadora de todas as horas. Obrigado pelo papel fundamental na escolha do curso, além de me apoiar nos momentos difíceis e cansativos. Te amo.

MAZZUTTI, Claudemir Rogério. **Gestão de Projetos com a Metodologia Seis Sigma**. 2014. 67 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2014.

RESUMO

O presente trabalho de curso tem como objeto de estudo a "Gestão de Projetos com a Metodologia Seis Sigma". A globalização traz inúmeros benefícios para as empresas, na medida que aumenta o mercado potencial nas suas áreas de atuação, porém, ao mesmo tempo aparecem competidores de todas as partes do mundo. A busca por uma fatia de mercado maior faz com que as empresas busquem soluções com a finalidade de se fazerem cada vez mais competitivas, com isso, metodologias como o Seis Sigma são cada vez mais comuns, pois oferecem meios estruturados para a busca de eficiência, qualidade e ganhos de toda natureza. Ferramentas usadas no DMAIC, que é o modelo utilizado na Metodologia Seis Sigma, permitem que projetos sejam realizados de maneira ordenada e padronizada, facilitando sua gestão e visualização.

Palavras-chave: Gestão de Projetos. Metodologia Seis Sigma, DMAIC.

MAZZUTTI, Claudemir Rogério. **Gestão de Projetos com a Metodologia Seis Sigma**. 2014. 67 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2014.

ABSTRACT

This work aims to study the "Project Management with Six Sigma Methodology". Globalization brings numerous benefits to business, as it increases the potential market in its areas of activity, but at the same time appear contestants from all parts of the world. The search for a greater share of the market causes companies to seek solutions in order to make themselves increasingly competitive, thereby methodologies such as Six Sigma are increasingly common, because they offer structured systems for efficiency, quality and earnings of any kind. Tools used in DMAIC, which is the model used in the Six Sigma Methodology, allow projects to be conducted in an orderly and standardized manner, providing the management and visualization.

Keywords: Project Management. Six Sigma Methodology, DMAIC.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: As etapas de um projeto.....	18
Figura 2: Ciclo de vida genérico das principais fases de muitos projetos.....	19
Figura 3: Exemplo de projeto de fase única.	20
Figura 4: Letra Grega Sigma.	23
Figura 5: DMAIC - Mapa de resolução de problemas com as cinco fases.	26
Figura 6: Ferramentas e técnicas mais utilizadas no DMAIC.....	31
Figura 7: Diagrama SIPOC.	32
Figura 8: Exemplo de Fluxograma de Processo.....	33
Figura 9: Processo capaz.	35
Figura 10: Processo não capaz.	35
Figura 11: Exemplos de variabilidade.....	36
Figura 12: Diagrama de Ishikawa.	37
Figura 13: Diagrama de Pareto.....	39
Figura 14: Procedimento da técnica dos cinco porquês.	41
Figura 15: Exemplo de <i>Roadmap</i> usado na empresa.	45
Figura 16: Exemplo de diagrama SIPOC usado na empresa.....	46
Figura 17: Exemplo de mapa de processo usado na empresa.	46
Figura 18: Exemplo de MSA utilizado na empresa.	47
Figura 19: Coleta de dados para o MSA.	48
Figura 20: Avaliação de Capacidade utilizado na empresa.....	48
Figura 21: Diagrama de Causa e Efeito utilizado na empresa.	49
Figura 22: Matriz de Causa e Efeito utilizado na empresa.....	50
Figura 23: Exemplo de Pareto utilizado na empresa.	50
Figura 24: Exemplo de Cinco Porquês utilizado na empresa.....	51
Figura 25: Exemplo de Árvore de Análise utilizado na empresa.....	52
Figura 26: Exemplo de Árvore de Análise utilizado na empresa.....	53
Figura 27: Exemplo de 5W2H utilizado na empresa.	54
Figura 28: Exemplo de ação resultante do 5W2H utilizado na empresa.....	55
Figura 29: Exemplo de plano de controle utilizado na empresa.	55
Figura 30: Lista de Projetos Seis Sigma.....	56
Figura 31: Lista de ferramentas DMAIC.	57

Figura 32: Status das ferramentas.	58
Figura 33: Atalho para Diagrama SIPOC.....	58
Figura 34: Atalho para Matriz de Causa e Efeito.....	59
Figura 35: Gráfico de Pareto em construção.....	59
Figura 36: Status do Gráfico de Pareto.....	60
Figura 37: Adaptação da ferramenta proposta.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fases do DMAIC.....	27
Tabela 2: Tabela de Itens de Controle.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W1H: What, When, Where, Why and How.

5W2H: What, When, Where, Why, How and How Much.

6M: Máquina, Método, Material, Meio Ambiente, Mão de Obra e Medida.

C&E: Causa e Efeito.

DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve and Control.

DPMO: Defeitos por Milhão de Oportunidades.

EPIs: Equipamentos de Proteção Individual.

FMEA: Failure Mode and Effect Analysis.

GPS: Global Positioning System.

ISO: International Organization for Standardization.

M/PCpS: Machine/Process Characterization Study.

MSA: Measurement Systems Analysis.

NC: Não Conforme.

P&D: Pesquisa e Desenvolvimento.

PMBOK: Project Management Body of Knowledge.

PMI: Project Management Institute.

PMP: Project Management Professional.

PPM: Partes Por Milhão.

SIPOC: Supplier, Input, Process, Output and Customer.

X's: Causas Prováveis.

Y's: Itens Críticos para a Qualidade.

σ : Sigma.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	13
1.1 Objetivos	13
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Metodologia.....	14
1.4 Estrutura do Trabalho	14
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Projeto	15
2.1.1 Subprojeto e Programa	17
2.1.2 Fases de um Projeto.....	17
2.1.3 Áreas do Gerenciamento de Projetos	20
2.2 Qualidade.....	21
2.3 Seis Sigma	22
2.3.1 História do Seis Sigma	23
2.3.2 Aplicações do Seis Sigma	24
2.3.3 DMAIC.....	26
2.3.4 Green Belts, Black Belts, Champions	28
2.3.5 A escolha de projetos Seis Sigma.....	29
2.4 Ferramentas utilizadas no Seis Sigma	30
2.4.1 Roadmap.....	32
2.4.2 Diagrama SIPOC	32
2.4.3 Mapa do Processo.....	33
2.4.4 Análise dos Sistemas de Medição - MSA	34
2.4.5 Capabilidade	34
2.4.6 Diagrama e Matriz de Causa e Efeito.....	36
2.4.7 Pareto.....	38

2.4.8 Cinco Porquês.....	40
2.4.9 Diagrama de Árvore	41
2.4.10 Plano de Ação (5W2H)	42
CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASO	43
3.1 A Empresa	43
3.1.1 Estrutura das Equipes de Projetos Seis Sigma	44
3.1.2 Ferramentas utilizadas na Empresa e dificuldades atuais	44
3.2 Ferramenta proposta	56
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS ESPERADOS	61
4.1. Utilização da ferramenta proposta.....	61
CONCLUSÃO.....	64
REFERÊNCIAS	65

INTRODUÇÃO

A gestão de projetos tem se tornado parte integrante do planejamento de empresas dos mais variados setores, sendo uma ferramenta de grande valor para o sucesso de grandes e pequenas organizações.

A globalização mundial vem ajudando no crescimento do mercado potencial das empresas, porém, esta mesma globalização faz com que aumente o número de produtos disponíveis em praticamente todos os setores produtivos e de serviços, provocando uma competição cada vez maior entre elas.

Os modernos métodos de gerenciamento de projetos não buscam apenas contemplar o clássico trinômio tempo, custo e qualidade, supervalorizado até a década de 1980, buscam também gerenciar áreas de extrema importância como escopo, comunicação, recursos humanos, controle, entre outros.

A competição, cada vez maior entre as empresas, faz com que os produtos e serviços sejam cada vez mais influenciados pelos concorrentes. Na busca por um *share* de mercado maior, empresas tem buscado constantemente a melhoria na qualidade de seus produtos ou serviços oferecidos.

Dentre muitas metodologias e ferramentas utilizadas na busca por qualidade tem se destacado o Seis Sigma, metodologia com a qual é buscada a melhoria de processos por meio de controle nas variações dos mesmos. O Seis Sigma pode ser utilizado na busca de produtos padronizados, pode ser utilizado como fonte de aumento de capital, como forma de controle e gestão de projetos em andamento dentro das organizações, além de muitas outras aplicações.

O modelo DMAIC, que é parte integrante da metodologia Seis Sigma, fornece um meio ordenado de se conduzir os projetos, por meio de ferramentas distribuídas em cada uma de suas fases.

CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O capítulo 1 apresenta a descrição dos temas e itens abordados na formulação do presente trabalho, o objetivo geral e também o objetivo específico, a justificativa para a elaboração do trabalho, uma breve descrição da metodologia utilizada na pesquisa e também a estrutura geral do trabalho.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho de curso é o desenvolvimento de uma ferramenta voltada para a gestão e controle de alguns processos contidos na gestão dos projetos, dentro de uma empresa do setor de máquinas agrícolas.

O objetivo específico do trabalho é a criação de uma ferramenta, usando a metodologia Seis Sigma como fonte de inspiração, mais especificamente no modelo DMAIC, pois será feita com base nas cinco fases deste modelo, que são: definir, medir, analisar, melhorar e controlar.

1.2 Justificativa

Com a finalidade de se tornarem, ou se conservarem competitivas, as empresas precisam apresentar características voltadas ao desempenho como flexibilidade de produção, alta velocidade de respostas frente as variações de mercado, prazos de entrega confiáveis e cada vez mais curtos, sobretudo produtos com qualidade perceptível aos seus clientes.

O crescimento da população mundial tem forçado a procura de novas técnicas que visam aumentar o desempenho de empresas nos mais variadas setores empresariais, notadamente em empresas dedicadas aos setores relacionados a agricultura.

A utilização da ferramenta desenvolvida, baseada no modelo DMAIC da metodologia Seis Sigma, permitirá um melhor controle e análise dos projetos em andamento, servindo como suporte na tomada de decisões em relação aos mesmos e um maior controle por parte dos interessados.

1.3 Metodologia

É utilizada a Pesquisa Descritiva, esta é o estudo que pretende descrever com exatidão os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987). Ainda segundo o autor, os estudos descritivos exigem do investigador, para que a pesquisa tenha certo grau de validade científica, uma precisa delimitação de técnicas, métodos, modelos e teorias que orientarão a coleta e interpretação dos dados. A população e a amostra devem ser claramente delimitadas, da mesma maneira, os objetivos do estudo, os termos e as variáveis, as hipóteses, as questões de pesquisa etc.

O trabalho a ser realizado será baseado em pesquisas bibliográficas, em artigos voltados para a área e também em pesquisas na internet, ou seja, a pesquisa é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas. Os dados necessários para a elaboração do trabalho de curso serão coletados por meio de análise dos processos existentes, de ferramentas atualmente em uso na empresa, indicadores de desempenho em uso e entrevista com os colaboradores que atuam na área.

Será utilizado um software voltado para a formulação de planilhas eletrônicas no desenvolvimento da ferramenta baseada no DMAIC.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho é dividido em 4 capítulos. O capítulo 1 apresenta o objetivo geral do trabalho, a justificativa para realização do trabalho, a metodologia utilizada para sua formulação e sua estrutura geral.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica dos assuntos abordados no trabalho, que são a descrição de projetos e suas características, a descrição de qualidade, a descrição da metodologia Seis Sigma e suas características e ferramentas.

O capítulo 3 explica como são aplicadas as ferramentas utilizadas na metodologia Seis Sigma dentro da empresa estudada, as principais dificuldades relacionadas a estas aplicações, além de uma breve introdução sobre a área de atuação da empresa.

O capítulo 4 nos apresenta os resultados esperados com a realização do trabalho, mostrando a utilização da ferramenta proposta.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

O capítulo 2 é voltado para revisões bibliográficas relacionadas aos temas de projeto, mostrando suas definições, suas fases e suas áreas, revisões bibliográficas referentes a qualidade e também referentes a metodologia Seis Sigma, mostrando sua história, aplicações, estruturas e fases, seus membros e como são feitas as escolhas de projetos que farão uso da metodologia.

2.1 Projeto

Com uma globalização cada vez maior, as empresas dos mais variados ramos são obrigadas a, cada vez mais, se manterem competitivas em seus setores, tornando a gestão de projetos um conjunto de ferramentas gerenciais indispensável.

Os projetos contemporâneos apresentam-se em muitas formas e tamanhos. Alguns são de curta duração, empreendimentos baratos que duram apenas alguns dias e necessitam de recursos mínimos. Projetos de médio ou longo prazo, por outro lado, podem representar empreendimentos ambiciosos que se estendem por muitos anos e exigem grandes recursos financeiros e materiais, altos níveis de habilidade técnica e científica e estruturas de administração complexas (Keelling, 2006).

Segundo Vargas (2005), projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.

O autor Maximiano (2002), sintetiza projeto conforme abaixo:

- Um empreendimento temporário ou uma sequência de atividade com começo, meio e fim programados;
- Tem por objetivo fornecer um produto singular;
- Dentro de restrições orçamentárias.

Ainda, segundo a autor, o desempenho de um projeto é avaliado pela medida em que essas 3 variações críticas de desempenho são atendidas.

Os projetos podem ocorrer na geração de produtos e/ou serviços, nos mais diversos níveis dentro das empresas e em todos os setores existentes do mercado, tanto para atender clientes internos quanto externos.

A norma ISO 10.006 (Gerenciamento da Qualidade - Diretrizes para a Qualidade em Gerenciamento de Projetos), traz a seguinte definição sobre projeto: processo único, consistindo de um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos.

Os projetos podem ser caracterizados e passados a ser tratados como tal por meio de alguns critérios, como abaixo (Maximiano, 2002):

- A atividade tem começo, meio e fim programados?
- A atividade é diferente das atividades de rotina?
- A solução do problema envolve muitas variáveis?
- A solução do problema é desconhecida?
- A solução deve ser apresentada dentro de um prazo definido?
- A solução do problema requer competências ou recursos multidisciplinares?
- A solução do problema é importante para a organização?
- A solução do problema ou a atividade envolve um cliente importante da organização?

Se as respostas anteriores forem sim, aplique uma abordagem de projeto:

- Indique um gerente de projeto;
- Monte uma equipe de projeto;
- Prepare e execute um plano de projeto.

Segundo Vargas (2005), o gerenciamento de projeto pode ser aplicado a qualquer situação onde exista um empreendimento que foge ao que é fixo e rotineiro na empresa, ou ainda, como afirmam Woiler e Mathias (2008), pode ser entendido como um conjunto de informações coletadas e processadas, de modo que simulem uma data alternativa de investimento para testar sua viabilidade.

No ano de 1969 foi fundada a instituição internacional PMI, sem fins lucrativos, que associou profissionais de gestão de projetos, tendo seu primeiro seminário realizado em Atlanta, nos Estados Unidos. Durante a década de 1980 se realizou a primeira emissão de

certificação como profissional em gestão de projetos PMP, além da implantação de um código de ética para a profissão.

Na década de 1990 publicou-se a primeira edição do Guia PMBOK, que rapidamente se tornou a maior referência para a direção e gestão de projetos.

Atualmente o PMI conta cerca de 650.000 associados, em mais de 185 países, sendo representado nos mais diversos setores empresariais.

2.1.1 Subprojeto e Programa

Os projetos podem ser divididos em etapas ou fases, de acordo com seu volume ou complexidade, implantadas com o objetivo de facilitar seu gerenciamento e também agilizar todos os processos envolvidos. São usados termos como subprojeto e programa para classificá-los.

Segundo Vargas (2005), um projeto necessita ser subdividido em partes, de fácil gerenciamento e controle, chamadas subprojetos. Os subprojetos são responsáveis por uma pequena parte do projeto total ou por fases extremamente específicas do projeto, que podem, na maioria das vezes, ser terceirizadas ou desenvolvidas por grupos isolados. Um subprojeto pode não ter sentido se tratado isoladamente.

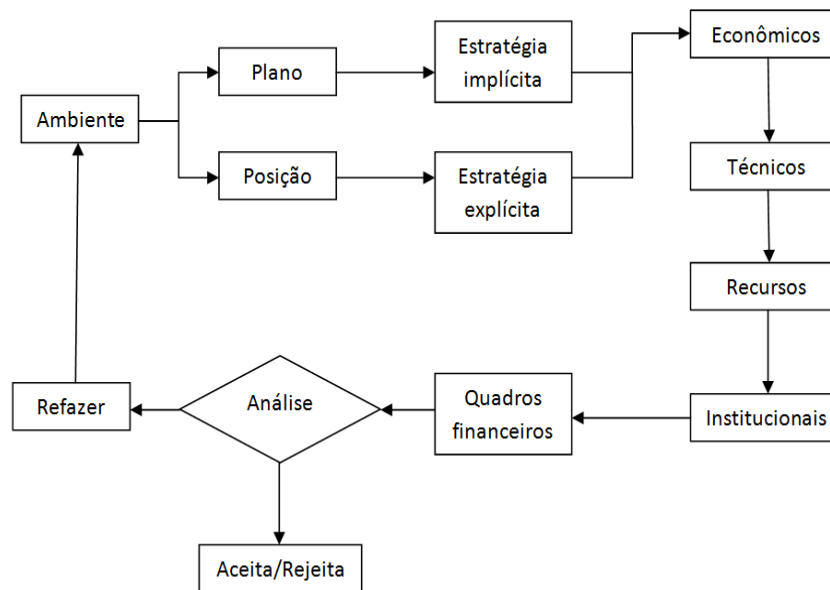
O termo programa é utilizado apenas quando vários projetos estão reunidos em um conjunto de benefícios ou estratégias comuns, podendo ter vida própria isoladamente.

Maximiano (2002), fala que um subprojeto é uma parte de um projeto de grande porte e um programa é um grupo, família ou conjunto de projetos administrados de forma coordenada. Os projetos de um programa podem andar em paralelo ou em sequência.

2.1.2 Fases de um Projeto

A elaboração e a análise de um projeto envolvem uma série de etapas iterativas, que podem ser ordenadas segundo certo critério. O que se procura é balancear os diferentes fatores em cada iteração de modo que se obtenha equilíbrio entre os fatores considerados mais importantes (Woiler, Mathias, 2008). O autor propõe o fluxograma apresentado na figura 1, para representar tais etapas.

Figura 1: As etapas de um projeto.



Fonte: Woiler, Mathias (2008).

Segundo os autores Woiler e Mathias, 2008 , o ponto de partida é a análise do ambiente, que leva a escolha de determinadas estratégias, seguidas da análise econômica, análise técnica, os recursos disponíveis, as necessidades de pessoas para compor a estrutura administrativa a ser implantada, elaboração e projeções de custos e receitas e, por final, uma análise da viabilidade de implantação, um novo estudo ou a aceitação do projeto.

Os projetos podem ser divididos em etapas, segundo Valeriano (2009) são as seguintes:

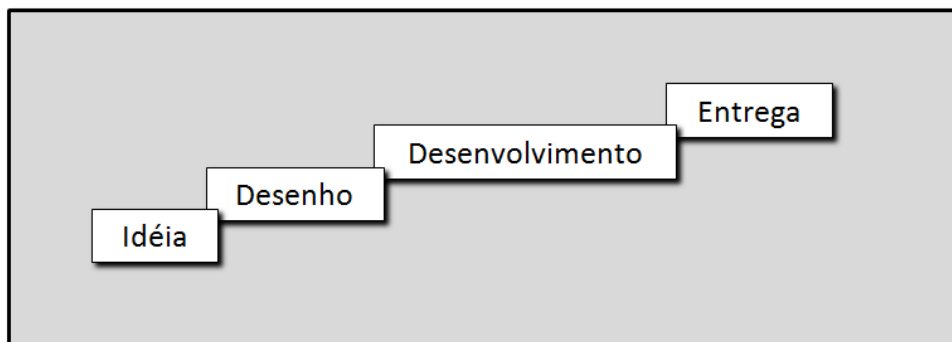
- Iniciação: processos que compreendem do estímulo à autorização do projeto;
- Planejamento: momento em que se estabelece o que fazer, como, quando, por quem, por quanto, em que condições etc.;
- Execução: etapa em que se realiza o que foi planejado;
- Monitoração e controle: etapas em que a execução é acompanhada ou monitorada e, se necessário, ajustada ao plano (também pode haver a necessidade de se proceder ajustes no plano);
- Encerramento: o projeto é formalmente concluído junto ao cliente, aos executantes, aos patrocinadores, aos contratados e à organização responsável.

Segundo Keelling (2006), todo projeto passa por uma série de fases desde sua concepção até o ponto de conclusão. Cada fase tem suas próprias necessidades e características. À medida que o projeto passa por essas fases, o montante cumulativo de recursos e tempo despendidos aumentará, e o prazo e recursos restantes diminuirão. Esta série de fases é conhecida como o ciclo de vida do projeto. O autor cita as fases abaixo:

- Conceituação;
- Planejamento;
- Implementação (execução);
- Conclusão.

O autor Maximiano (2002), diz que o ciclo de vida é a sequência de fases que vão do começo ao fim de um projeto. O entendimento do ciclo de vida permite a visualização sistêmica do projeto, desde seu início até a sua conclusão, facilitando o estudo e a aplicação das técnicas de administração de projetos. Segundo o autor, um ciclo de vida genérico tem as seguintes fases, demonstradas na figura 2:

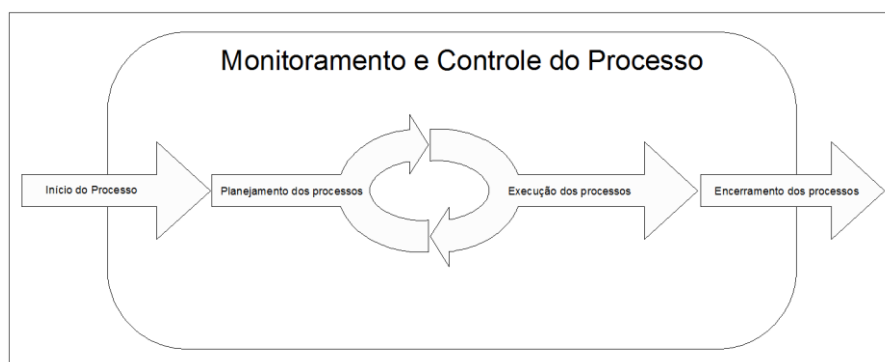
Figura 2: Ciclo de vida genérico das principais fases de muitos projetos.



Fonte: Maximiano (2002).

O Guia PMBOK diz que o ciclo de vida de um projeto consiste nas fases do mesmo, que geralmente são sequenciais e que as vezes se sobrepõem, cujo nome e número são determinados pelas necessidades de gerenciamento e controle da(s) organização(ões) envolvida(s), a natureza do projeto em si e sua área de aplicação. Na figura 3 é possível verificar um dos tipos de estruturas possíveis em um projeto.

Figura 3: Exemplo de projeto de fase única.



Fonte: Elaborado pelo autor, baseado no Guia PMBOK (2008).

2.1.3 Áreas do Gerenciamento de Projetos

O gerenciamento de projetos pode ser aplicado nos mais diversos ramos empresariais, nas mais variadas atividades e finalidades dentro de cada projeto em desenvolvimento. O Guia PMBOK descreve nove áreas de conhecimento ligadas ao gerenciamento de projetos que são resumidas pelo autor Vargas (2005):

- Gerenciamento da Integração - área que engloba os processos requeridos para assegurar que todos os elementos do projeto sejam adequadamente coordenados e integrados, garantindo que o seu todo seja sempre beneficiado;
- Gerenciamento de Escopo - área que engloba os processos necessários para assegurar que, no projeto, esteja incluído todo o trabalho requerido, e somente o trabalho requerido, para concluí-lo de maneira bem sucedida;
- Gerenciamento de Tempo - Área que engloba os processos necessários para assegurar a conclusão do projeto no prazo previsto. É uma das áreas mais visíveis do gerenciamento de projetos;
- Gerenciamento de Custos - Área que engloba os processos requeridos para assegurar que um projeto seja concluído de acordo com seu orçamento previsto;
- Gerenciamento da Qualidade - Área que engloba os processos requeridos para assegurar que os produtos ou serviços do projeto irão estar em conformidade com o solicitado pelo cliente, ou contratante;
- Gerenciamento de Recursos Humanos - Área que engloba os processos requeridos para fazer uso mais efetivo do pessoal envolvido com o projeto;

- Gerenciamento das Comunicações - Área que engloba os processos requeridos para assegurar que as informações do projeto sejam adequadamente obtidas e disseminadas;
- Gerenciamento de Riscos - Área que visa planejar, identificar, qualificar, quantificar, responder e monitorar os riscos do projeto;
- Gerenciamento das Aquisições - Área que engloba os processos requeridos para adquirir bens e serviços de fora da organização promotora. Também conhecido como gerenciamento de suprimentos e contratos.

2.2 Qualidade

Segundo Yang e El-Kaik (2003), quando a palavra qualidade é usada, geralmente pensamos em um excelente produto ou serviço, que atende ou excede as nossas expectativas. Essas expectativas são baseadas no uso pretendido e o preço de venda. Quando um produto ou serviço ultrapassa as nossas expectativas, podemos considerar que a qualidade é boa. Assim, a qualidade está relacionada à percepção.

Segundo o autor, matematicamente, a qualidade pode ser quantificada com a fórmula abaixo:

$$Q = \frac{P}{E}$$

Onde:

Q = qualidade

P = Performance

E = expectativa

Os resultados obtidos com a aplicação da fórmula devem ser analisados e comparados a outras fontes, além disso existe a necessidade de uma prévia definição de quais intervalos de resultados serão considerados, a fim de representar se a qualidade do produto ou serviço testado é boa, média ou ruim, ou ainda qualquer valor entre estes resultados obtidos para qualidade.

Qualidade é uma determinação do cliente, não a determinação de um engenheiro, não uma determinação de marketing ou uma determinação geral de administração. Ela é baseada

na experiência real do cliente com o produto ou serviço, medida por meio destes ou daqueles requisitos, declarados ou não, consciente ou apenas sentida, tecnicamente operacional ou inteiramente subjetivo, e sempre representando um alvo em movimento em um mercado competitivo (Feigenbaum, 1983).

Os fatores que determinam a qualidade, como forma para atender as condições do consumidor, são citadas pelo autor Palmer (1987):

- A finalidade do produto ou artigo;
- O preço de venda desse produto ou artigo.

Uma outra visão é mostrada por Campos (1989), onde diz que a qualidade de um produto ou serviço está diretamente ligada à satisfação total do consumidor e consta dos fatores:

- Qualidade ampla;
- Custo;
- Atendimento.

Baseado nas citações acima é possível perceber os fatores determinantes para a percepção de qualidade dos produtos ou serviços, especialmente em relação ao custo de aquisição e entrega do esperado, utilizados de maneiras particulares por cada autor.

2.3 Seis Sigma

Existem muitas definições a respeito do Seis Sigma. A autora Werkema, 2004, diz que o Seis Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores

O Seis Sigma são muitas coisas: uma estatística, uma medida, uma estratégia, um objetivo, uma visão, um *benchmark* e uma filosofia (Perez-Wilson, 1999). O autor ainda diz que o Seis Sigma é incorretamente suposto e assumido como metodologia por alguns. Tantas possibilidades tem levado inevitavelmente a muita indecisão e confusão sobre o Seis Sigma.

Perez-Wilson, 1999, propõe que o Seis Sigma: é um nível otimizado de performance que se aproxima a zero defeito em um processo de confecção de um produto, serviço ou

transação. O Seis Sigma, segundo o autor, não é uma metodologia. Ele é um fim, não um meio.

Em contraponto a afirmação do autor Perez-Wilson, 1999, muitos outros autores fazem uma afirmação contrária, afirmando ser o Seis Sigma uma metodologia principalmente voltada a qualidade, como pode ser visto em Sleeper, 2006, citado na página 23 deste trabalho, também o autor Geng, 2004, citado na página 25.

A apostila Seis Sigma Black Belt DMAIC propõe uma abordagem técnica para o Seis Sigma, sendo uma metodologia para melhoria de processos que faz com que se atinjam níveis de defeitos de 3,4 PPM para as características críticas de qualidade dos clientes. Também propõe uma abordagem de negócio, sendo uma filosofia de negócios que visa a obtenção de produtos virtualmente livres de defeitos.

O presente trabalho trata o Seis Sigma como uma metodologia, pois ele fornece um meio estruturado para se alcançar os resultados almejados e esperados por meio dos métodos aplicados.

2.3.1 História do Seis Sigma

A letra grega sigma é geralmente usada em problemas ligados à estatística, tendo o significado relacionado a desvio-padrão. Este desvio indica uma medida de variação sofrida por um conjunto de dados em amostras ou populações.

Se o valor de sigma é alto, isto indica que há muita variabilidade no que está sendo medido. Se o valor de sigma é baixo, ocorre o contrário, ou seja, o que está sendo medido se mostra uniforme, com pouca variabilidade.

Figura 4: Letra Grega Sigma.



Fonte: www.clipartbest.com

Com base na definição da letra sigma, pode-se fazer uma ligação direta com alguns aspectos relacionados a qualidade de produtos, como uma variação mínima de suas

características, prazos de entrega, entre outros, ou seja, com qualidade esperada, quantidade solicitada e preço combinado.

Em 1984 funcionários da Motorola desenvolveram a metodologia Seis Sigma como um processo de negócios. Nos anos seguintes a Motorola implantou o Seis Sigma em todas as suas organizações de produção (Sleeper, 2006). Em 1988, este esforço culminou no prêmio nacional de qualidade Malcolm Baldrige para a Motorola, em reconhecimento pelas suas realizações com o Seis Sigma.

Ainda segundo Sleeper, 2006, anos mais tarde os idealizadores da metodologia fundaram a *Six Sigma Academy*, voltada para implantação e treinamentos referentes ao assunto.

2.3.2 Aplicações do Seis Sigma

A metodologia Seis Sigma atualmente está presente em praticamente todos os setores industriais e de serviços. É utilizada, por exemplo, na indústria de tecnologia pela Motorola, LG e Dell Computer, no setor de metalurgia pela Gerdau e Belgo Mineira, no setor de varejo pelo Wall Mart, no setor aeronáutico pela Embraer, no setor alimentício pela Nestlé, Ambev e Coca Cola, no setor bancário pelo Itaú etc.

Segundo Yang e El-Haik (2003), comparado com outras iniciativas de qualidade, a principal diferença do Seis Sigma é que se aplica não só à qualidade do produto, mas também em todos os aspectos da operação do negócio, melhorando os processos-chave. Por exemplo, o Seis Sigma pode ajudar na criação bem sucedida de produtos, é altamente confiável, e ajuda em sistemas de faturamento consistente para os clientes; sistemas de controle de custos; e sistemas de gerenciamento de projetos.

Perez-Wilson (1999) exemplifica alguns usos e aplicações da metodologia Seis Sigma dentro das empresas.

- Benchmark - usado como um parâmetro para comparar o nível de qualidade de processos, operações, produtos, características, equipamentos, máquinas, divisões e departamentos, entre outros.
- Meta - é uma meta de qualidade. A meta do Seis Sigma é chegar muito próximo de zero defeito, erros ou falhas.
- Medida - é uma medida para determinado nível de qualidade. Quando o número de sigmas é baixo, tal como em processos mais ou menos 2 sigmas dentro das

especificações, o nível de qualidade não é tão alto se comparado a um processo de 4 sigmas, que tem um nível de qualidade significativamente melhor.

- Filosofia - é uma filosofia de melhoria perpétua do processo (máquina, mão-de-obra, método, metrologia, materiais, ambiente etc.) e redução de sua variabilidade na busca interminável de zero defeito.
- Estatística - é uma estatística calculada para cada característica crítica à qualidade para avaliar a performance em relação à especificação ou à tolerância.
- Estratégia - é uma estratégia baseada na inter-relação que existe entre o projeto de um produto, sua fabricação, sua qualidade final e sua confiabilidade, ciclo de controle, inventários, reparos no produto, sucata e defeitos, assim como falhas em tudo o que é feito no processo de entrega de um produto a um cliente e o grau de influência que eles possam ter sobre a satisfação do mesmo.
- Valor - é um valor composto, derivado da multiplicação de 12 vezes um dado valor de sigma, assumindo 6 vezes o valor de sigma dentro dos limites de controle para a esquerda da média e 6 vezes o valor do sigma dentro dos limites de controle para a direita da média em uma distribuição normal.
- Visão - é uma visão de levar uma organização a ser a melhor do ramo. É estender a qualidade para além das expectativas do cliente.

A metodologia Seis Sigma incorpora muitos dos elementos dos esforços de qualidade anteriores, integrando-os em uma iniciativa global que se concentra na prevenção de defeitos e na busca de resultados para alcançar os objetivos estratégicos de uma organização (Geng, 2004).

Como pode-se perceber, o Seis Sigma é um processo focado na melhoria dos negócios. O elemento-chave é a melhoria de um processo de cada vez. Este processo pode ser um sistema de produção, uma melhoria voltada para diminuir os custos ou o próprio produto.

Pode-se definir processos como sendo uma ação contínua e regular, ou uma sucessão de ações contínuas e regulares, ocorrendo ou realizadas de uma forma definida, e que leva à realização de algum resultado (Yang, El-Haik, 2003).

De uma maneira simplificada pode-se dizer que processos são uma combinação de entradas, ações e saídas.

2.3.3 DMAIC

As cinco fases do modelo DMAIC são definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Enquanto este modelo sugere uma progressão linear com cada fase conduzindo à seguinte, haverá sempre algum trabalho iterativo entre as fases. Cada fase envolve uma certa quantidade de trabalho, para realizar o que é essencial para a conclusão de um projeto bem sucedido de Seis Sigma (Geng, 2004).

Cada resolução de problema no método Seis Sigma segue um processo consistente, geralmente composto por cinco fases. Estas fases fazem parte do mapa DMAIC, para melhoria de performance dos processos. A figura 5 ilustra estas cinco fases.

Figura 5: DMAIC - Mapa de resolução de problemas com as cinco fases.



Fonte: Sleeper (2006).

Nos parágrafos seguintes são apresentadas breves descrições de cada uma das fases segundo Sleeper (2006).

Fase 1 (*Define*) Definir: na fase de definição, o *Black Belt* forma o time, incluindo membros de diferentes departamentos afetados pelo problema. O time especifica claramente o problema e quantifica o impacto financeiro para a empresa. O time identifica métricas para acessar o impacto do problema no passado, e documentar melhorias quando o problema for sanado.

Fase 2 (*Measure*) Medir: na fase de medição, o time *Black Belt* estuda o processo e medições associadas ao problema. O time faz mapas dos processos e avalia a acuracidade e precisão dos sistemas medidos. Se necessário, o time estabelece novas métricas. O time identifica causas potenciais para o problema aplicando uma variedade de ferramentas.

Fase 3 (*Analyze*) Analisar: na fase de análise, o time *Black Belt* determina o que realmente causa o problema. Para isto, aplicam uma variedade de ferramentas estatísticas para testar hipóteses e experimentos no processo. Quando as relações entre as causas e efeitos são compreendidas, o time pode determinar qual a melhor maneira de melhorar o processo, e quanto benefício se pode esperar da melhoria.

Fase 4 (*Improve*) Melhorar: na fase de melhoria, o time *Black Belt* implanta mudanças para melhorar a performance do processo. Usando métricas já implantadas, o time monitora o processo para verificar a melhoria esperada.

Fase 5 (*Control*) Controlar: na fase de controle, o time *Black Belt* seleciona e implementa métodos para controlar futuras variações de processo. Estes métodos podem incluir procedimentos documentados ou métodos de controle estatístico do processo. Este passo vital garante que o mesmo problema não irá retornar no futuro. Com o processo completo, o time *Black Belt* se desfaz.

Os times citados acima também podem ser formados por um *Green Belt*, dependendo da complexidade de cada projeto.

A apostila Seis Sigma Black Belt DMAIC propõe as perguntas chave da tabela 1 para identificar cada fase do DMAIC.

Tabela 1: Fases do DMAIC

Fase	Pergunta Chave
Definição	O que é importante para o cliente?
	Qual é o tema ou oportunidade a ser abordado?
	Quem deve compor a equipe do projeto?
	Que processos devem ser avaliados?
Medição	O que, como e quando medir?
	Como está se desempenhando o processo atual?
Análise	Quais são as principais fontes de variação?
	Quais destas são mais importantes?
Melhoria	Como confirmar a influência das fontes de variação?
	Que ações devem ser implantadas?
	Como verificar se o processo melhorou?
Controle	Como controlar as fontes de variação?
	Como evitar que o desempenho se deteriore?

Fonte: Apostila Seis Sigma Black Belt DMAIC

Perez-Wilson (1999) apresenta uma denominação própria para as fases do Seis Sigma. Segundo o autor a Metodologia de Estudo de Caracterização de Processos e Máquinas, M/PCpS, é um estudo comprovado que fornece os passos a serem seguidos na caracterização e otimização de processos técnicos e não-técnicos, eliminando assim a perda de tempo e dinheiro em estudos ou projetos que não renderão resultados. Os estágios são denominados da seguinte maneira:

- Estágio 1 - Delineamento do Processo;

- Estágio 2 - Geração de Medições;
- Estágio 3 - Determinação de Performance;
- Estágio 4 - Minimização Estruturada de Lacunas;
- Estágio 5 - Monitoração e Controle Total.

2.3.4 Green Belts, Black Belts, Champions

Muitas empresas com métodos Seis Sigma implantados selecionam alguns de seus colaboradores para se tornar *Champions*, *Master Black Belts*, *Black Belts* e *Green Belts*. Segue uma descrição destas funções no método Seis Sigma de acordo com Sleeper (2006).

Champions são membros da gestão das empresas que lideraram o esforço de implantação, dotando-os de visão, objetivos, pessoas e capital. Champions recebem geralmente poucos dias de treinamento às novas regras e tecnologias Seis Sigma. A solução do problema e a solução do desenvolvimento do produto requerem times multifuncionais, portanto os Champions desempenham um papel crítico para o sucesso da metodologia. Por meio do trabalho com outros Champions, habilitam estes times para produzir e trabalhar efetivamente nos limites da organização.

Black Belts recebem treinamento e suporte para se tornarem especialistas em ferramentas Seis Sigma. Os Champions escolhem os Black Belts baseado em suas habilidades em liderança, comunicação e know-how. Black Belts tornam-se solucionadores de problemas em tempo integral, também direcionam as equipes ao longo do processo DMAIC durante o ano todo. Os Black Belts do Seis Sigma geralmente recebem treinamento por quatro semanas divididas ao longo de quatro meses. O treinamento inclui uma variedade de ferramentas estatísticas e não estatísticas requeridas pelo processo DMAIC.

Green Belts recebem treinamento nos processos de resolução de problemas do DMAIC, porém com menor conteúdo em relação aos Black Belts. Muitos Green Belts recebem treinamento entre uma e duas semanas. Depois do treinamento os Green Belts tornam-se solucionadores de problemas em tempo parcial. Ao contrário dos Black Belts, os Green Belts mantêm seus afazeres no trabalho. Champions esperam que os Green Belts conduzam a solução de problemas ocasionais do time e integrem as ferramentas Seis Sigma com seus trabalhos regulares na empresa.

Muitas empresas, em adição a estes papéis, possuem os Master Black Belts. Em algumas destas empresas eles fornecem treinamentos, enquanto em outras eles organizam e conduzem os Black Belts em seus projetos de resolução de problemas.

Observações importantes são propostas na Apostila Seis Sigma Black Belt DMAIC, pois o número de *Black Belts* costuma representar cerca de 1 a 2% dos colaboradores da empresa. Nem todas as empresas possuem *Master Black Belts*, pois estes são necessários apenas com uma quantidade de *Black Belts* elevada, cerca de 10, e uma coordenação de seus esforços é desejada. Normalmente o *Master Black Belt* é um *Black Belt* com maior experiência e vivência em Seis Sigma.

2.3.5 A escolha de projetos Seis Sigma

Em uma organização que utiliza a metodologia Seis Sigma, o conselho estratégico irá rever, avaliar e priorizar projetos propostos a fim de considerá-los como projetos Seis Sigma. Com a definição dos projetos disponíveis, os *Champions* e *Black Belts* podem tratar um projeto aprovado como foco. O processo inclui uma permissão resumindo as razões para a escolha do projeto, identificando os processos envolvidos para a melhoria, a seleção final dos *Champion* e *Black Belts* para o projeto, que irão identificar os membros da equipe, a definição da meta para o projeto, identificação dos recursos necessários e o delineamento de um período de tempo para o projeto (Geng, 2004).

Os projetos do Seis Sigma podem ser focados de diversas maneiras. Abaixo pode-se ver os exemplos usados na Apostila Seis Sigma Black Belt DMAIC:

- Foco nos projetos para redução de custos: traz resultados a curto prazo, mas oferece o risco de não direcionar a visão da empresa para a qualidade;
- Foco na solução de problemas: traz o enfoque para mais próximo da qualidade, porém pode falhar ao direcionar os esforços para as saídas do processo e não para o processo em si;
- Foco no processo: é o melhor enfoque, pois promove a visão de qualidade e é direcionado para a causa dos problemas. Entretanto é o mais difícil quanto à implementação, pois exige um grande esforço multifuncional.

Fundamentalmente o processo de seleção dos projetos precisa assegurar a disponibilização dos recursos disponíveis em projetos que apresentem prioridades, projetos

que estejam de acordo com os objetivos e ligados estrategicamente nos negócios da empresa. Os projetos escolhidos precisam estar alinhados não apenas a eficiência da empresa, mas também em sua eficácia, de maneira que contribua para a obtenção de vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes.

Werkema (2004) diz que a seleção dos projetos é uma das atividades mais importantes do processo de implantação do Seis Sigma. Projetos bem selecionados caminharão para o sucesso e a consolidação da cultura Seis Sigma na empresa. Por outro lado, projetos inadequados implicarão na ausência ou atraso de resultados e frustração de todos os envolvidos, o que poderá determinar o fracasso do programa na empresa.

Ainda segundo a autora, os projetos indicados para o Seis Sigma podem ser obtidos a partir de indicadores referentes a desperdícios, como índice de refugo, retrabalho e índice de produtividade, problemas referentes à qualidade dos produtos, e custos que exercem um alto impacto no orçamento da empresa, entre outros. Outro fator importante é que os projetos Seis Sigma devem apresentar complexidade necessária para que sejam significativos para a empresa, mas não devem ser tão complexos que não possam ser concluídos em um período de quatro a seis meses (médio prazo) ou de oito a doze meses (longo prazo).

O planejamento estratégico para a excelência em gestão de projetos deve abranger todos os aspectos da empresa: das relações de trabalho entre operários e seus gerentes e do pessoal administrativo com a direção, até as funções dos diversos personagens envolvidos no processo, muito especialmente o papel decisivo dos responsáveis pela execução do projeto, assim como a cultura e estrutura corporativa da empresa (Kerzner, 2006).

2.4 Ferramentas utilizadas no Seis Sigma

Existem diversas ferramentas, técnicas e métodos utilizados no Seis Sigma, também existem diferenças significativas em suas aplicações, dependendo de onde elas serão empregadas.

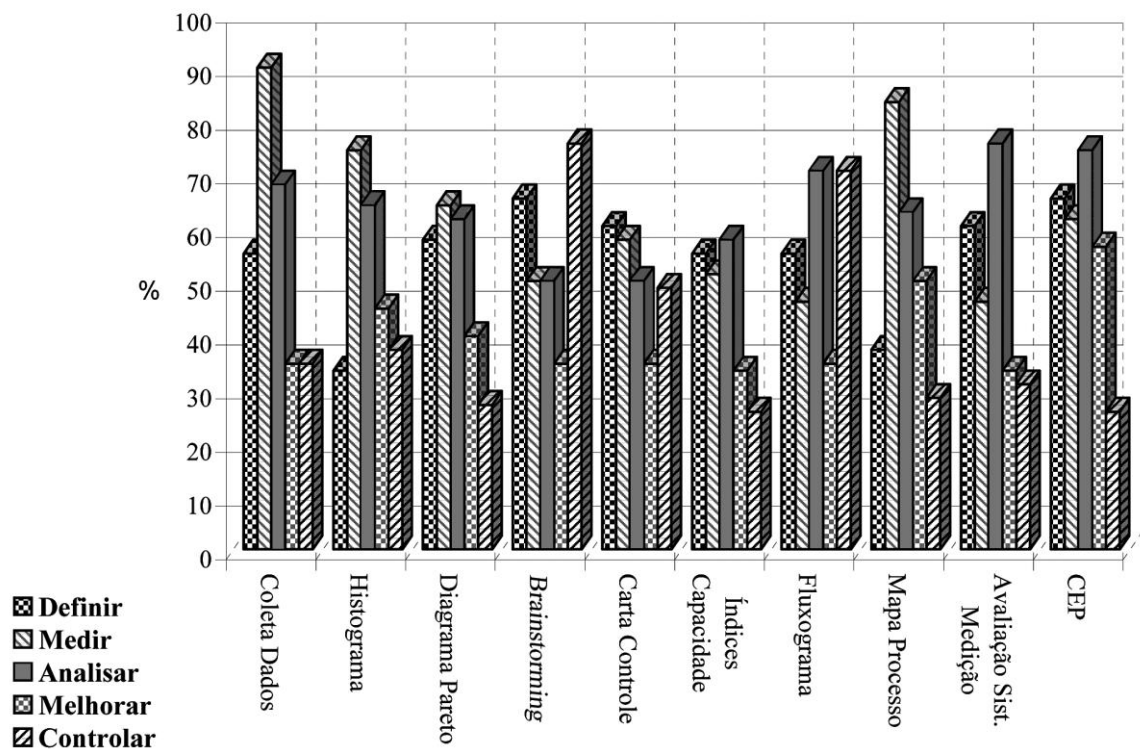
Abaixo podemos ver uma pequena amostra destas ferramentas, técnicas e métodos:

- Planejamento de Ação;
- *Benchmarking*;
- Matriz de Causa e Efeito;
- *Poka Yoke*;
- Plano de negócio;

- Gráficos de Controle;
- Seções de *Brainstorming*;
- SIPOC;
- Simulação;
- Diagramas de Pareto;
- FMEA;
- Estatística Descritiva;
- Árvores de Análise;
- Análise de Custo/Benefício;
- Gerenciamento de Projetos.

Cada empresa aplica as técnicas necessárias na busca do Seis Sigma, de acordo com suas necessidades e objetivos.

Figura 6: Ferramentas e técnicas mais utilizadas no DMAIC.



Fonte: Satolo *et al.* (2009).

2.4.1 Roadmap

A palavra *roadmap* pode ser traduzida livremente como mapa, é uma técnica utilizada para identificação, definição e mapeamento das estratégias, objetivos e ações.

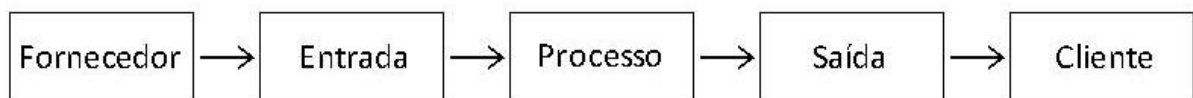
As ferramentas apresentadas a seguir são agrupadas neste mapa, que serve como uma espécie de guia, onde é possível verificar seus resultados, quais as melhores práticas a serem tomadas e também os resultados obtidos, tudo localizado em um único documento.

2.4.2 Diagrama SIPOC

Praticamente todos os trabalhos e atividades executados dentro de uma empresa podem ser vistos e analisados como sendo processos, que são basicamente constituídos por cinco componentes. Um diagrama muito usado para representar a combinação destes componentes é conhecido como Diagrama SIPOC:

- Fornecedor (*supplier*);
- Entrada (*input*);
- Processo (*process*);
- Saída (*output*);
- Cliente (*customer*).

Figura 7: Diagrama SIPOC.



Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em Yang e El-Haik (2003).

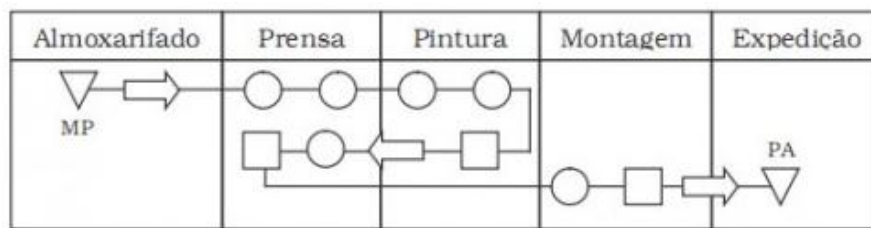
Segundo a Apostila Seis Sigma Black Belt DMAIC, o diagrama SIPOC permite uma visão macro do processo, permite estabelecer as fronteiras do processo em análise, permite identificar claramente quem são os clientes, permite avaliar se todas as áreas envolvidas estão representadas na equipe e também determinar limites de atuação da equipe.

2.4.3 Mapa do Processo

Segundo Falconi (2004), o estabelecimento de fluxogramas (mapas de processos) é fundamental para a padronização e por conseguinte para o estabelecimento do processo. Eles devem ser estabelecidos para todas as áreas da empresa (administrativa, produção e manutenção) pelas próprias pessoas que ali trabalham de forma participativa, ou seja, onde for possível seu uso, é altamente recomendável que o faça.

Os mapas de processo são basicamente formados por símbolos indicando diferentes tipos de atividades, como por exemplo, um quadrado indicando uma ação, um losango indicando uma decisão, setas indicando a direção do fluxo etc.

Figura 8: Exemplo de Fluxograma de Processo.



Fonte: www.blogdaqualidade.com

O mapa do processo, segundo a Apostila Seis Sigma Black Belt DMAIC, é uma técnica diagramática que permite:

- Determinar uma sequência de atividades (eventos);
- Mostrar complexidade, gargalos, redundâncias, retrabalhos e pontos de controle;
- Identificar áreas onde dados devem ser coletados;
- Avaliar atividades com maior impacto no desempenho do processo.

De acordo com Keeling (2006), os fluxogramas, que são ferramentas muito comuns utilizadas em planejamento, podem também mostrar a duração de cada atividade, sua sequência lógica, quando ela pode ser iniciada, bem como as atividades paralelas. Servem sobretudo para o mapeamento dos processos.

2.4.4 Análise dos Sistemas de Medição - MSA

Com o desenvolvimento cada vez maior das empresas, os dados de medição são utilizados cada vez com maior frequência. De acordo com o manual de referências da AIAG, os dados de medição, ou alguns valores estatísticos calculados a partir deles, são comparados com os limites de controle estatístico do processo, se a comparação indica que o processo está fora de controle estatístico, algum ajuste de algum tipo é realizado, se não permite-se que o processo siga sem ajuste.

Outro exemplo citado pelo manual AIAG faz referência a outro uso dos dados de medição, como a suspeita que pode acontecer quando uma dimensão crítica de uma peça plástica moldada está relacionada com a temperatura de injeção do material.

MSA não é uma atividade solo, é necessário uma equipe para planejar e executar uma análise de sistemas de medição com sucesso. A equipe deve incluir os avaliadores que irão realmente realizar as medições, sendo que estes avaliadores devem compreender os objetivos do projeto e a importância de respeitar os planos. Mais importante ainda, os avaliadores devem perceber que o sistema de medida está sendo avaliado e não as próprias pessoas (Sleeper, 2006).

A definição de sistemas de medição pode incluir, entre outros, os elementos que sejam mais apropriados para cada caso, como podemos ver a seguir:

- Especificações de instrumentos de medição, ferramentas, suprimentos e outros equipamentos necessários no processo de medição;
- Fluxograma do processo para documentar os passos necessários a fim de realizar a medição;
- Diagrama de causa e efeito que ilustra as fontes de erros de medição esperadas pela equipe;
- Procedimento operacional padrão, que documenta em detalhes como o processo de medição deve ser realizado.

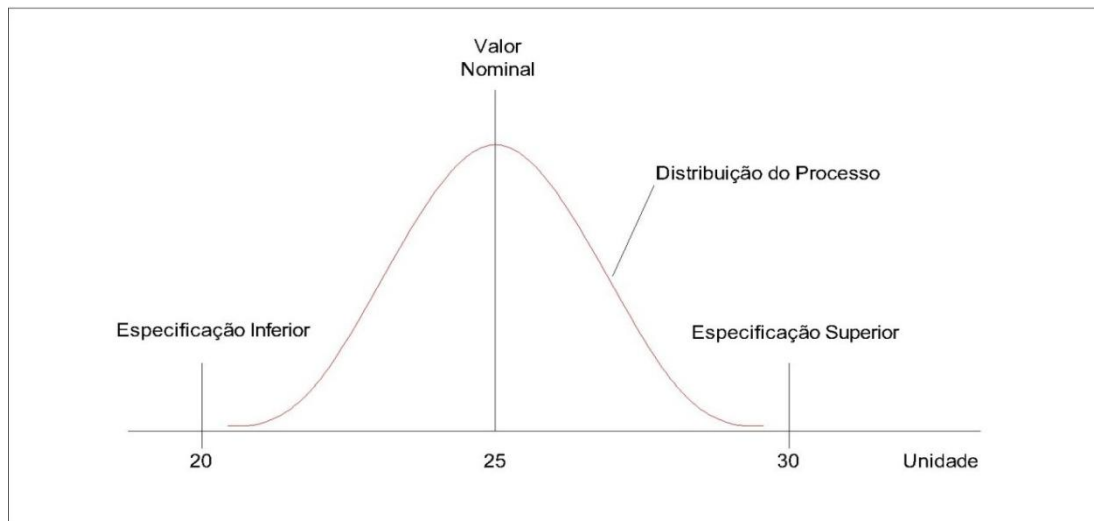
2.4.5 Capabilidade

A capabilidade do processo se refere à capacidade do processo de satisfazer as especificações de projeto para um serviço ou produto. As especificações de projeto, muitas vezes, são expressas como um valor nominal, ou meta, e uma tolerância, ou margem acima ou

abaixo do valor nominal (Krajewski et al., 2009). Um processo é capaz se tem uma distribuição com valores extremos dentro das especificações superiores e inferiores para um serviço ou produto.

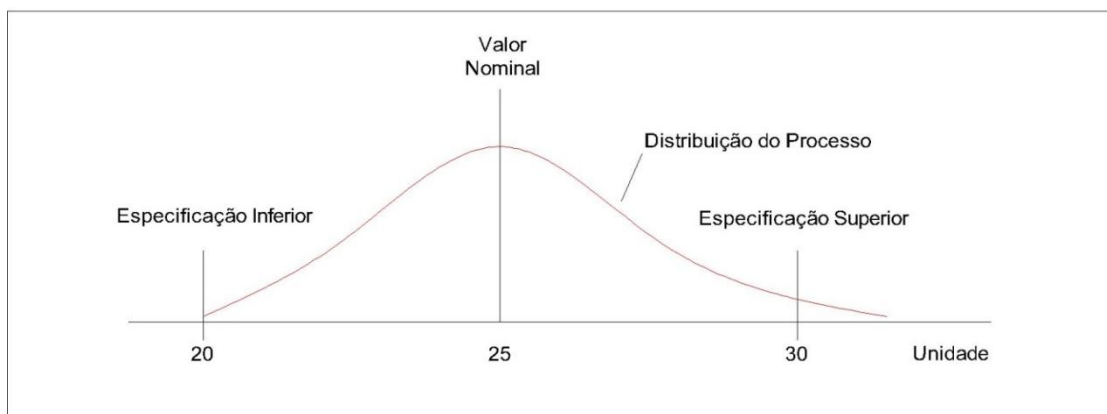
As especificações do projeto, muitas vezes, são expressas como um valor nominal, ou meta, uma tolerância ou margem acima ou abaixo do valor nominal, como demonstrado nas figuras 9, 10 e 11.

Figura 9: Processo capaz.



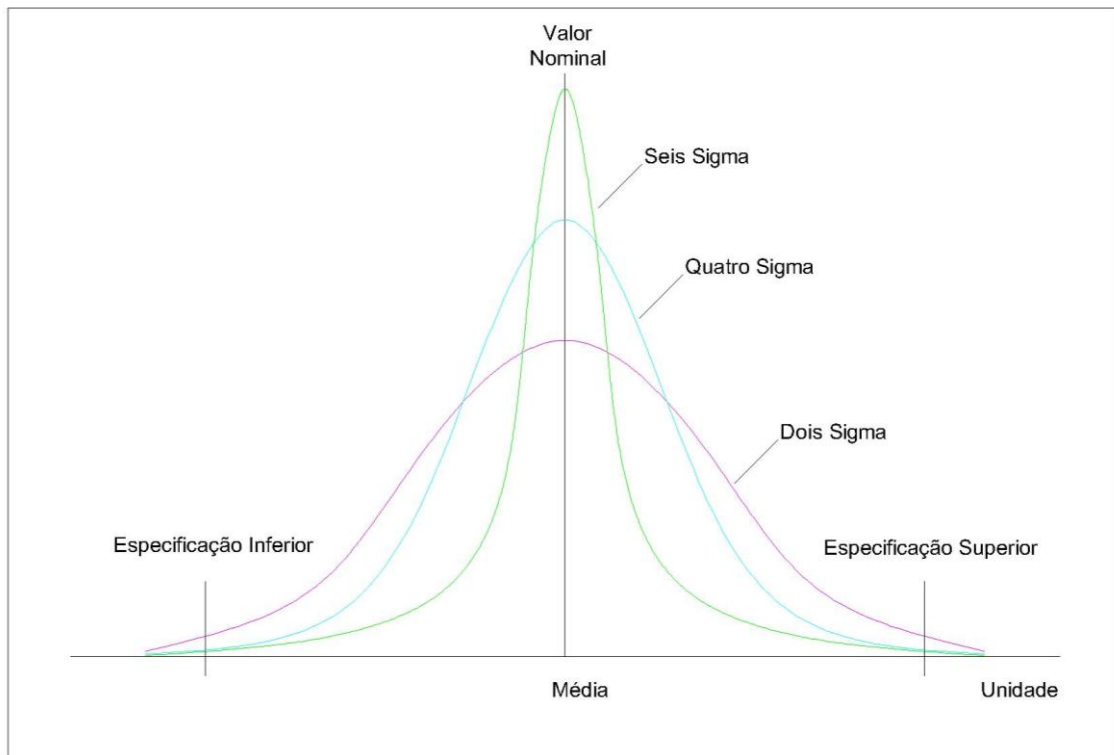
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 10: Processo não capaz.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 11: Exemplos de variabilidade.



Fonte: elaborado pelo autor.

NA figura 11 é demonstrado um exemplo de distribuição de processo com qualidade dois sigmas, que gera 4,56% de defeitos (45.600 defeitos por milhão), uma distribuição do processo com qualidade quatro sigmas produz 0,0063% de defeitos (63 defeitos por milhão) e a distribuição com qualidade seis sigma que produz apenas 0,0000002% de defeitos (0,002 defeito por milhão).

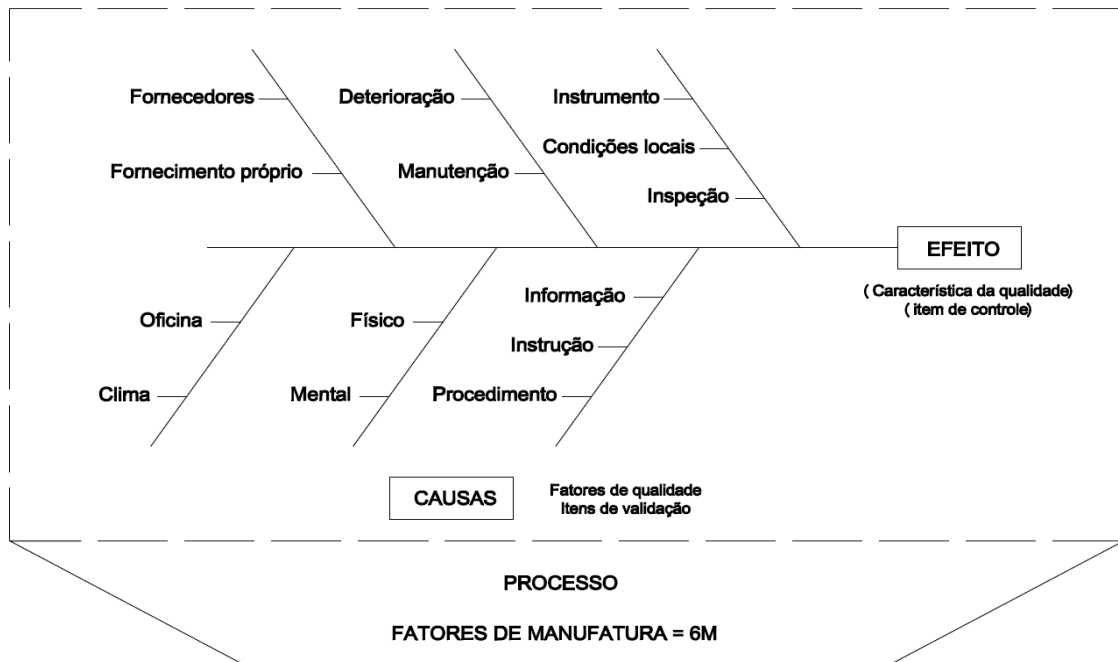
2.4.6 Diagrama e Matriz de Causa e Efeito

O controle de processo é a essência do gerenciamento em todos os níveis hierárquicos da empresa, conforme Falconi (2004), o primeiro passo no entendimento do controle de processo é a compreensão do relacionamento causa-efeito.

Qualquer efeito, fim ou resultado ocorrido é influenciado por um meio. Com a observação da importância da separação das causas e de seus efeitos, percebeu-se a tendência de confusão entre ambos, o que levou a criação do diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa, ou espinha de peixe (figura 12). Seu principal

objetivo é que todas as pessoas da empresa consigam fazer e exercitar a separação dos fins de seus meios.

Figura 12: Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em Falconi (2006)

O procedimento para se desenhar um diagrama causa-efeito é o seguinte (Slack *et al.*, 2002):

- Coloque o problema na caixa de efeito;
- Identifique as principais categorias para causas possíveis do problema. Embora qualquer categoria possa ser usada para os ramos centrais do diagrama, há cinco categorias comuns: equipamento, mão de obra, materiais, métodos e dinheiro;
 - Use a busca sistemática de fatos e discussão em grupos para gerar possíveis causas sob essas categorias. Qualquer coisa que possa resultar em um efeito que está sendo considerado deveria ser listada como causa potencial;
 - Registre toda as causas potenciais no diagrama sob cada categoria, e discuta cada item para combinar e esclarecer as causas.

A maioria dos diagramas, no entanto, apresentam 6 principais categorias de causas, mais conhecidas como 6M, que são: Métodos, Materiais, Medições, Mão-de-Obra, Máquinas

e Meio Ambiente. É importante ressaltar que o diagrama pode ser montado de acordo com as necessidades de cada empresa, podendo apresentar mais categorias de causas e também categorias relacionadas a apenas uma das categorias do 6M.

Uma vez montado o Diagrama de Causa e Efeito é preciso descobrir quais as causas, mais e menos importantes, que estão provocando os problemas ou desvios, por meio da Matriz de Causa e Efeito.

A Matriz de Causa e Efeito é uma técnica que serve para priorizar as possíveis causas do não atendimento aos itens críticos da qualidade, para a posterior coleta de dados e ataque às fontes potenciais de variação (Apostila Seis Sigma Black Belt DMAIC). Sua construção obedece as seguintes etapas:

- Colocar em cada etapa do fluxograma as causas prováveis (X's) levantadas no diagrama de Causa e Efeito (Espinha de Peixe);
- Montar a Matriz de Causa e Efeito, listando todos os itens críticos para a qualidade (Y's);
- Determinar pesos para cada X's e Y's, e fazer a multiplicação entre cada um deles;
- Priorizar segundo a pontuação obtida.

Abaixo são demonstrados exemplos de como atribuir pontuação para os critérios escolhidos (X's e Y's):

- Atribuir nota 10 para os X's que se acredita tenham maior impacto em cada Y's;
- Mediante comparação atribuir notas aos demais X's;
- Ao final, verificar a coerência dos X's priorizados obtidos pela matriz.

Por fim, é possível elaborar um Diagrama de Pareto, como o da figura 13, a fim de verificar e visualizar com mais facilidade quais são as causas mais importantes ou as menos importantes.

2.4.7 Pareto

Segundo Slack *et al.* (2002), o propósito do diagrama de Pareto é distinguir entre questões pouco vitais e as muito triviais. É uma técnica relativamente direta, que envolve

classificar os itens de informação nos tipos de problemas ou causas de problemas por ordem de importância, isso pode ser usado para destacar áreas em que investigações adicionais poderão ser úteis.

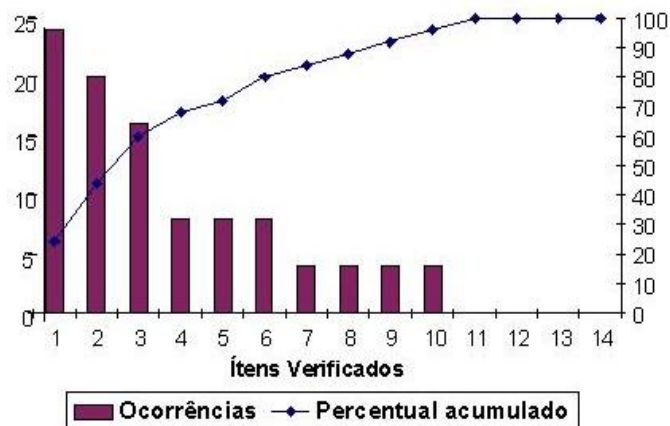
O método da análise de Pareto permite (Falconi, 2004):

- Dividir um problema grande em um grande número de problemas menores e que são fáceis de serem resolvidos com o envolvimento das pessoas da empresa;
- Como o método de análise de Pareto é baseado sempre em fatos e dados, ele permite priorizar projetos;
- Da mesma forma, o método permite o estabelecimento de metas concretas e atingíveis.

Uma frase pode sintetizar a análise de Pareto: frequentemente poucas causas explicam a maioria dos defeitos.

Considerando-se a frase acima, poucos fatores vitais podem ser identificados com um diagrama de Pareto, que é basicamente um gráfico de barras no qual os fatores são traçados em ordem decrescente de frequência ao longo do eixo horizontal. O diagrama tem dois eixos verticais, o da esquerda, mostrando a frequência e o da direita mostrando o percentual cumulativo de frequência. A curva de frequência cumulativa identifica os poucos fatores vitais que justificam a atenção administrativa imediata (Krajewski et al., 2009).

Figura 13: Diagrama de Pareto.



Fonte: www.significados.com

A Apostila Seis Sigma Black Belt DMAIC fornece os passos necessários para a construção do Diagrama de Pareto:

- Determinar como os dados serão classificados, por exemplo, por produto, por máquina, por turno, por operador etc.;
- Construir uma tabela colocando os dados em ordem decrescente;
- Calcular a porcentagem de cada item sobre o total e o acumulado;
- Traçar o diagrama e a linha de porcentagem acumulada.

2.4.8 Cinco Porquês

Os Diagramas e Matrizes de Causa e Efeito, e também os Diagramas de Pareto, tem por finalidade priorizar a causa fundamental, ou raiz, dos problemas relacionados a qualidade.

Uma técnica simples, e ao mesmo tempo eficaz, é conhecida como Técnica dos Cinco Porquês ou Técnica do Porquê Porquê, que nada mais é do que um diagrama do tipo árvore, onde as relações de causa e efeito entre os itens vão sendo estabelecidas. Cada causa identificada pode ser o sintoma, pode ser uma causa em um nível mais baixo ou ainda a causa raiz.

Segundo Krajewski *et al.* (2009), a técnica começa com o estabelecimento do problema e a pergunta por que o problema ocorreu? Uma vez que as maiores causas da ocorrência do problema tenham sido identificadas, cada uma das causas maiores é tomada por sua vez e novamente é feita a pergunta por quê essas razões ocorreram e assim por diante. Esse procedimento continua até que uma causa pareça suficientemente auto-contida para ser atribuída a ela mesma, ou mais respostas à questão "por quê?" possam ser geradas.

Figura 14: Procedimento da técnica dos cinco porquês.



Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em Krajewski *et al.* (2009)

A técnica é mais comumente conhecida como "cinco porquês", porém a quantidade de cinco questionamentos é apenas uma convenção, podendo variar de acordo com os resultados obtidos.

2.4.9 Diagrama de Árvore

A árvore de decisão fornece um método simples de sistematizar uma classe de fatos, probabilidades e oportunidades combinados, cujos efeitos poderiam ser, de outro modo, difíceis de manipular e comparar. As árvores de decisão podem ser usadas em uma série de situações diversas, da avaliação de riscos ou comparação entre propostas alternativas até a discussão dos resultados de uma sessão de *brainstorming* (Keelling, 2005).

O autor ressalta ainda que em combinação com um banco de dados consolidado ou técnicas de modelagem por computador e formulários sofisticados proporcionam uma ferramenta útil de análise.

2.4.10 Plano de Ação (5W2H)

Os planos de ação podem conter inúmeras decisões e ações dos mais variados tipos, o autor Falconi fornece as seguintes definições para os componentes do 5W1H, que podem ser usadas para a confecção de tabelas de itens de controle.

O que fazer (*What*) - quais os itens de controle de qualidade, custo, entrega, moral e segurança? Qual a unidade de medida?

Quando (*When*) - qual a frequência com que devem ser medidos (diário, semanal, mensal, anual)? Quando atuar?

Onde (*Where*) - onde são conduzidas as ações de controle.

Por que (*Why*) - em que circunstâncias o controle será exercido.

Quem (*Who*) - quem participará das ações necessárias ao controle.

Também são utilizadas versões com um outro componente, perfazendo então os 5W2H. O componente Quanto Custa (*How Much*) indica os custos que farão parte de cada ação.

Podem existir variações para os componentes usados em tabelas de itens de controle, como demonstrado na tabela 2.

Tabela 2: Tabela de Itens de Controle.

PRODUTO (OU FUNÇÃO)	ITEM DE CONTROLE	UNIDADE DE MEDIDA	PRIORIDADE (A, B,C)	FREQUÊNCIA	MÉTODO DE CONTROLE	
					QUANDO ATUAR	COMO ATUAR
Vendas	Market Share do produto "X" ETC	Porcentagem das vendas sobre total de vendas de produto similar	A	1 vez/mês	Sempre que for inferior a 50%	Convocar reunião dos gerentes, vendedores da área e assistência técnica Determinar causas e tomar ações

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em Falconi (2006)

CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASO

O capítulo 3 apresenta uma breve descrição da empresa e seu setor de atuação, a apresentação das equipes responsáveis pelo Seis Sigma, além de apresentar a ferramenta que está sendo desenvolvida.

3.1 A Empresa

A empresa para a qual será desenvolvida a ferramenta atua no setor de máquinas agrícolas, com grande participação, principalmente nas áreas de pulverização, adubação, colheita e localização georreferenciada. Atua no mercado a mais de 60 anos e hoje é reconhecida como uma empresa de qualidade e renome.

Os produtos mostrados abaixo fazem parte de seu portfólio:

- Pulverizadores automotrizes;
- Pulverizadores tratorizados;
- Pulverizadores costais;
- Bicos de pulverização;
- EPIs voltados para a agricultura;
- Adubadoras automotrizes;
- Colhedoras de café;
- GPS e *software* de localização etc.

Dentre os produtos citados destaca-se a grande importância dos pulverizadores de diversos tipos, que respondem por cerca de 70% do faturamento da empresa. Também se destaca na produção de colhedoras de café, onde é a pioneira mundial.

A empresa faz parte de um grupo empresarial, com cerca de 4.000 colaboradores, que atuam em diversas áreas, sendo a principal empresa do grupo. Possui um parque fabril voltado para a fabricação dos equipamentos e um centro de P&D, exclusivo para o desenvolvimento e testes de seus produtos.

A metodologia Seis Sigma é utilizada na empresa em projetos de melhoria em processos, diminuição de custos de fabricação, problemas voltados a qualidade etc. Conta com um colaborador na função de *Master Black Belt*, além de vários colaboradores nas funções de *Black Belt* e *Green Belt*.

3.1.1 Estrutura das Equipes de Projetos Seis Sigma

As equipes Seis Sigma são formadas de acordo com a necessidade de cada projeto, podendo conter colaboradores dos mais variados setores da empresa.

A empresa faz uso da metodologia Seis Sigma em projetos de melhoria voltados para a redução de custos, melhorias de processos fabris, solução de problemas de qualidade etc. Os projetos Seis Sigma são idealizados pelos *Black Belts*, *Green Belts* e o *Master Black Belt*, de acordo com necessidades específicas de cada setor, e são escolhidos para serem executados de acordo com suas perspectivas de ganhos e por motivos estratégicos.

A equipe do Escritório de Projetos da empresa é voltada para o desenvolvimento de novos produtos, melhoria de produtos existentes e problemas técnicos em produtos correntes, além de projetos Seis Sigma, onde contribui no agendamento de reuniões e controle de apresentações feitas nestes dias, além de participar das equipes de projetos em desenvolvimento, pois possui colaboradores com funções de *Black* e *Green Belt*.

As projetos Seis Sigma são de responsabilidade de um dos *Black Belts* ou de um dos *Green Belts*, que escolhem a equipe que fará parte do projeto. A complexidade de cada projeto também define se os mesmos serão de responsabilidade de um *Black Belt* ou de um *Green Belt*, ambos prestando conta do andamento do projeto ao *Master Black Belt*, que também pode atuar junto com as equipes fornecendo todo o apoio necessário para o bom andamento dos projetos, por meio de treinamentos, padronização de métodos, apoio técnico, reuniões etc.

Os colaboradores envolvidos no projeto dedicam parte de seu tempo às tarefas de sua responsabilidade, como coleta de dados, análise dos dados coletados, soluções propostas, desenvolvimento das ferramentas etc. Vale a pena lembrar que a equipe envolvida em um projeto é composta por funcionários com cargos correntes dentro da empresa, portanto, percebe-se que as funções dos membros das equipes são temporárias e em tempo parcial, até que se conclua o projeto.

3.1.2 Ferramentas utilizadas na Empresa e dificuldades atuais

No capítulo 3.1.2 são apresentadas algumas ferramentas usadas na empresa, onde é possível visualizar alguns detalhes e características próprias de cada uma delas. Isso acontece devido ao fato de que cada empresa pode adaptar a ferramenta de acordo com suas

necessidades. Ao final do capítulo também são apresentadas algumas dificuldades encontradas atualmente e que são relacionadas aos projetos Seis Sigma.

O *Roadmap* utilizado na empresa contém todos os detalhes do projeto, como ferramentas, análises, conclusões e resultados obtidos. Na figura 15 é demonstrada uma parte do mapa utilizado na empresa.

Também existem detalhes como o *sponsor*, a equipe designada para gerenciar o projeto, a descrição do problema ou oportunidade, o plano de implementação (DMAIC), a situação atual, os principais itens críticos para controle, as métricas utilizadas etc.

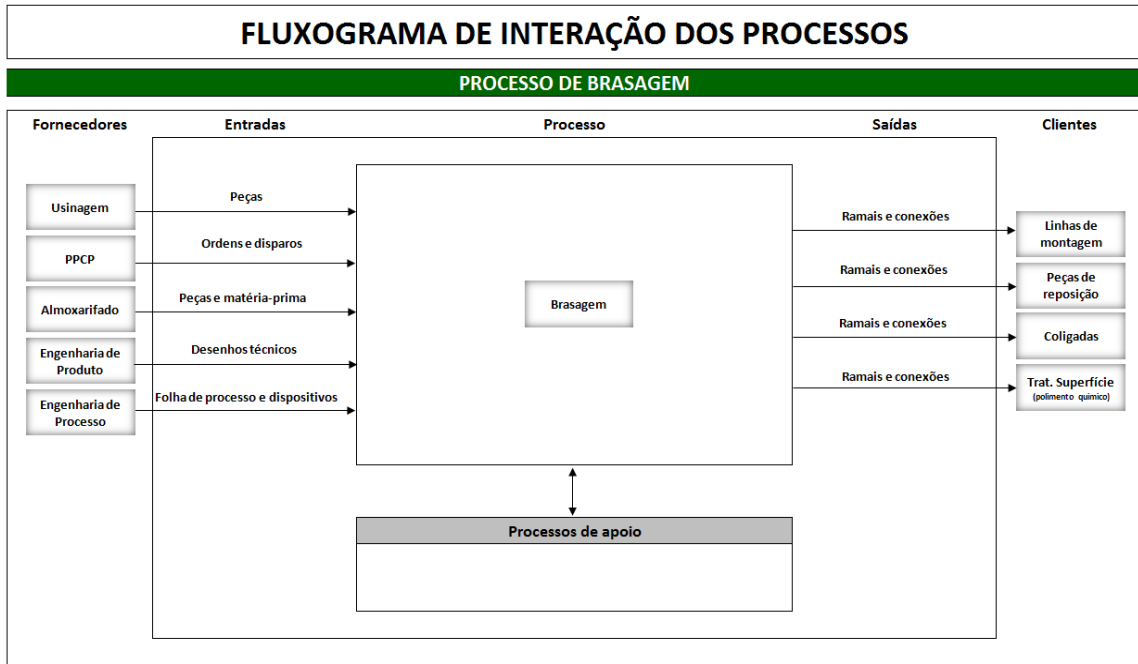
Figura 15: Exemplo de *Roadmap* usado na empresa.

A3-T	Tema: Tema do projeto.		Tipo: Seis Sigma	Data: Início
Líder:	<i>Sponsor:</i> Patrocinador.	Equipe: Elencartodos os membros da equipe.		
Declaração do Problema (Problem Statement) Descrever o problema foco do projeto.		Ação Proposta (Proposed Action)		
Declaração do Objetivo e Indicadores (Target Statement & Indicators) Objetivo: Descrever o objetivo do projeto. Indicador: Indicar os indicadores utilizados.		Escopo (Scope) Listar áreas, produtos, serviços etc, envolvidos nos projetos.		Fora:
Análises (Analysis)		Orçamento (Budget)		
		Plano de Implementação (Implementation Plan) Etapas e metas a serem alcançadas.		
		Verificação e Ação - Follow up (Check and Act) Reuniões.		

Fonte: Fornecido pela empresa.

Na figura 16 é demonstrado um exemplo de diagrama SIPOC usado na empresa, representando um processo de brasagem. É possível verificar com clareza as entradas e saídas envolvidas no processo, com seus fornecedores e clientes.

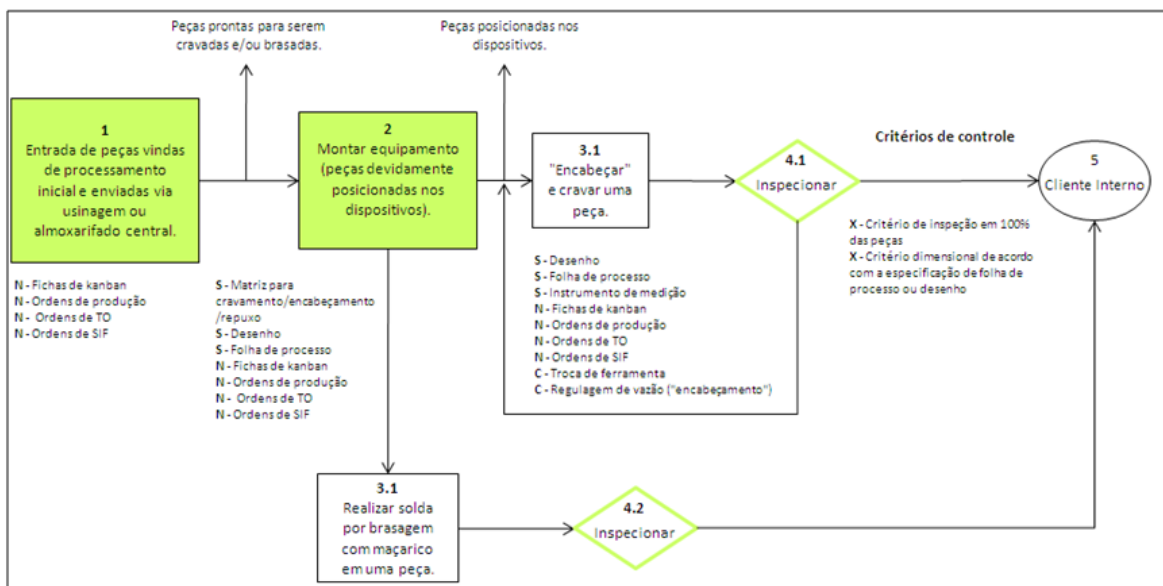
Figura 16: Exemplo de diagrama SIPOC usado na empresa.



Fonte: Fornecido pela empresa.

Na figura 17 é demonstrado um fluxograma de processo utilizado na empresa, representando o mesmo processo de brasagem do diagrama SIPOC. No fluxograma é possível visualizar vários tipos de simbologia, comuns neste tipo de ferramenta.

Figura 17: Exemplo de mapa de processo usado na empresa.



Fonte: Fornecido pela empresa.

Nas figuras 18 e 19 são demonstrados exemplos de avaliações de sistemas de medição, onde é possível ver uma breve definição do problema ou oportunidade de melhoria e também a metodologia a ser utilizada para a coleta dos dados.

Figura 18: Exemplo de MSA utilizado na empresa.

Avaliação
<p>Definição Operacional:</p> <p>Produto não-conforme (refugo ou retrabalho) é toda peça que possui cotas fora de especificação de desenho, e que gera percepção negativa do cliente quanto ao CTQ.</p>
<p>Tipo de dado obtido:</p> <p>Discreto</p>
<p>Avaliação do sistema de medição:</p> <p>Para os processos de brasagem e fabricação (cravamento, encabeçamento, usinagem, repuxamento), 2 (dois) inspetores (A/B) avaliaram uma amostra de 5(cinco) peças diferentes, sendo que cada amostra foi avaliada 2 vezes por cada operador, os quais classificaram as peças como conformes (C) ou não-conformes(NC).</p>
<p>Conclusão:</p> <p>80 - Situação Marginal (se enquadrar na faixa de 80 a 90 % de concordância)</p>

Fonte: Fornecido pela empresa.

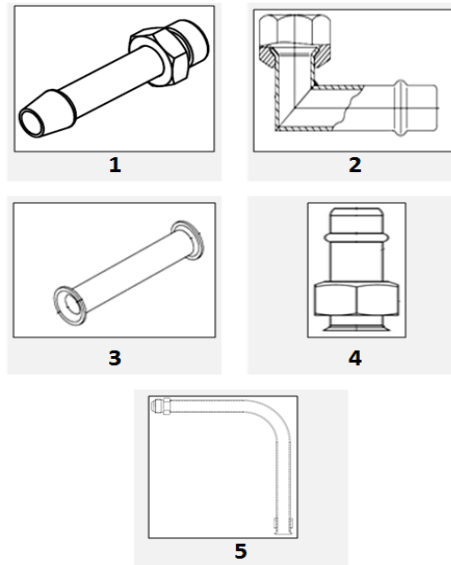
Na figura 19 são demonstrados algumas não conformidades verificadas (NC). A empresa ainda utiliza mais algumas verificações, como acordo de avaliação e comparações entre os avaliadores etc.

Figura 19: Coleta de dados para o MSA.

Processo Brasagem e Fabricação

Peça	Operador	Resultado	Padrão
1	A	C	C
1	A	C	C
1	A	C	C
2	A	NC	NC
2	A	NC	NC
2	A	NC	NC
3	A	C	C
3	A	C	C
3	A	C	C
4	A	C	C
4	A	C	C
5	A	C	C
5	A	C	C
5	A	C	C
1	B	NC	C
1	B	NC	C
1	B	C	C
2	B	NC	NC
2	B	NC	NC
2	B	NC	NC
3	B	C	C
3	B	C	C
3	B	C	C
4	B	C	C
4	B	C	C
4	B	C	C
5	B	C	C
5	B	C	C
5	B	C	C

C - Conforme
NC - Não conforme



Fonte: Fornecido pela empresa.

Na figura 20 são demonstradas as quantidades de defeitos encontrados em medições de diversos processos e produtos e seus respectivos DPMO e Capacidade Sigma.

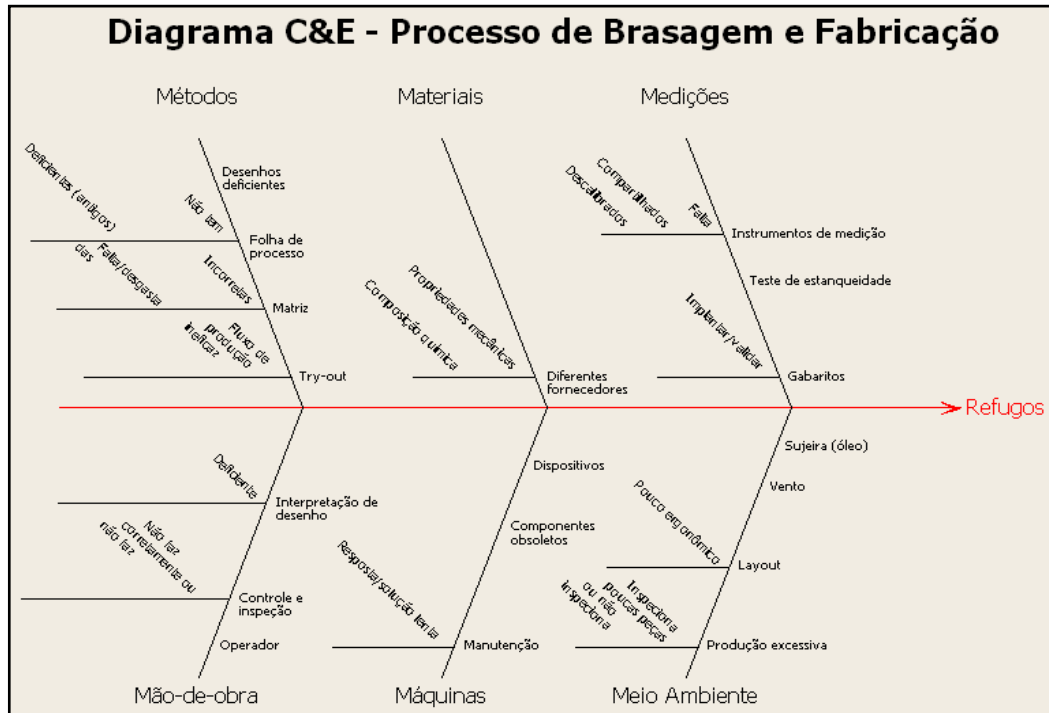
Figura 20: Avaliação de Capacidade utilizado na empresa.

Avaliação da Capacidade											
Métrica:											
Unidade: Peça ou conjunto brasados			Defeito: Qualquer peça brasada fora de especificação de desenho.				Oportunidade: Uma por peça ou conjunto				
Produto ou Processo	Defeitos		Unidade	Oportunidades	Total de Oportunidades	Defeitos por Unidade	Defeitos por Oportunidade	Defeitos por Milhão de Oportunidades	Deslocamento	± Bench	Capacidade Sigma
	D	U									
A	42	1	2.106	2.106	42,0000	0,019943	19.943	1,5	2,05	3,55	
B	7	1	300	300	7,0000	0,023333	23.333	1,5	1,99	3,49	
C	37	1	2.392	2.392	37,0000	0,015468	15.468	1,5	2,16	3,66	
D	23	1	1.870	1.870	23,0000	0,012299	12.299	1,5	2,25	3,75	
E	0	1	0					1,5	4,50	6,00	
F	126	1	12.731	12.731	126,0000	0,009897	9.897	1,5	2,33	3,83	
G	154	1	16.274	16.274	154,0000	0,009463	9.463	1,5	2,35	3,85	
H	19	1	1.516	1.516	19,0000	0,012533	12.533	1,5	2,24	3,74	
I	75	1	15.951	15.951	75,0000	0,004702	4.702	1,5	2,60	4,10	
J	16	1	2.185	2.185	16,0000	0,007323	7.323	1,5	2,44	3,94	
L	22	1	2.904	2.904	22,0000	0,007576	7.576	1,5	2,43	3,93	
M	306	1	57.812	57.812	306,0000	0,005293	5.293	1,5	2,56	4,06	
N								1,5	4,50	6,00	
O								1,5	4,50	6,00	
P								1,5	4,50	6,00	
Q								1,5	4,50	6,00	
R								1,5	4,50	6,00	
S								1,5	4,50	6,00	
T								1,5	4,50	6,00	
U								1,5	4,50	6,00	
V								1,5	4,50	6,00	
Total Geral	827				116.041		0,007127	7.127	1,5	2,45	3,95
	Qtde refugos/ano brasagem (2011)		Qtde produzida/ano brasagem (2011)			DPMO médio/ano brasagem (2011)				Capacidade Sigma média/ano brasagem (2011)	

Fonte: Fornecido pela empresa.

Na figura 21 é apresentado o Diagrama de Causa e Efeito. Na figura é possível verificar as causas de cada um dos seis fatores e seus efeitos relacionados, de maneira muito clara e objetiva. Esta ferramenta é a base para se descobrir e priorizar as principais causas dos problemas encontrados.

Figura 21: Diagrama de Causa e Efeito utilizado na empresa.



Fonte: Fornecido pela empresa.

Na figura 22 é demonstrada a Matriz de Causa e Efeito, que faz uso do Diagrama de Ishikawa, para definir quais são as principais causas dos problemas. Na figura apresentada foram definidos pesos para os principais itens críticos para a qualidade, depois é atribuída uma nota para cada uma das causas encontradas. Por fim são escolhidas as principais causas que posteriormente darão origem a um gráfico de priorização.

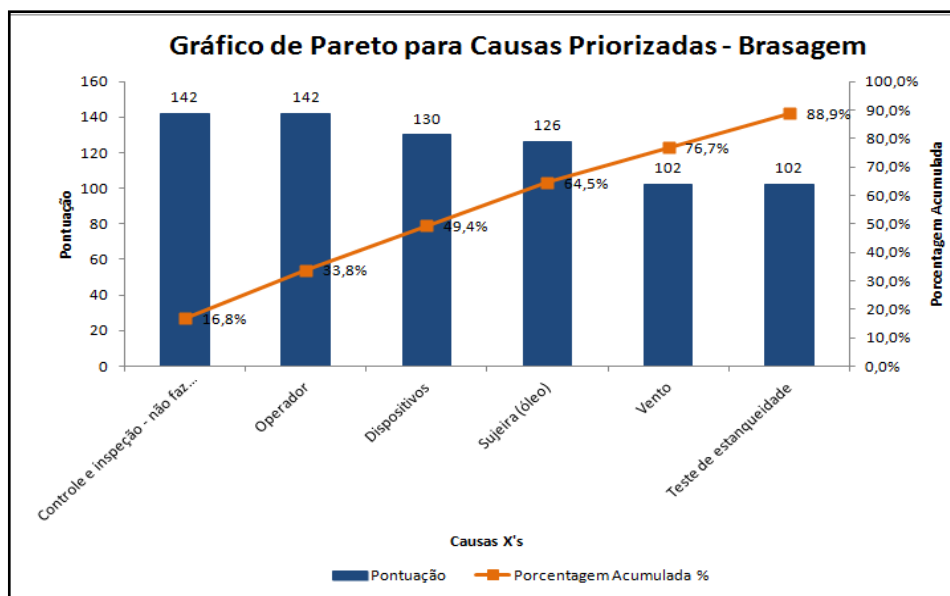
Figura 22: Matriz de Causa e Efeito utilizado na empresa.

MATRIZ CAUSA E EFEITO PARA O PROCESSO DE BRASAGEM					
Peso			10	8	
CTQ'S (Y's)			Peça amassada/danificada /manchada	Falta de metal de adição	
Item	6M	Causas (X's)			Total
1	Métodos	Desenhos deficientes / interpretação	1	3	34
2	Métodos	Folha de processo - não tem/ deficiente	5	5	90
3	Métodos	Matriz - incorreta / desgastada	1	1	18
4	Métodos	Try-out - fluxo de processo ineficaz	5	3	74
5	Materiais	Diferentes fornecedores - prop. Mec/comp. Química	1	3	34
6	Medição	Instrumentos de medição - implantar	1	1	18
7	Medição	Teste de estanqueidade	3	9	102
8	Mão-de-obra	Operador	7	9	142
9	Mão-de-obra	Controle e inspeção - não faz corretamente/não faz	7	9	142
10	Máquinas	Manutenção - resposta/solução lenta	3	3	54
11	Máquinas	Dispositivos	9	5	130
12	Meio Ambiente	Layout - pouco ergonômico	3	7	86
13	Meio Ambiente	Vento	3	9	102
14	Meio Ambiente	Sujeira (óleo)	7	7	126
Notas da equipe: 1/3/5/7/9					
Pontuação acima de 90 (principais causas)					

Fonte: Fornecido pela empresa.

Na figura 23 é demonstrado o gráfico de Pareto utilizado na empresa, que faz uso das causas principais encontradas na Matriz de Causa e Efeito. No gráfico é possível ver de maneira muito clara quais as causas de problemas mais importantes, permitindo assim focá-las de maneira ordenada.

Figura 23: Exemplo de Pareto utilizado na empresa.



Fonte: Fornecido pela empresa.

Na figura 24 é apresentada a Técnica dos Cinco Porquês utilizada na empresa, onde é possível visualizar as relações de causa e efeito, até que se encontre a causa raiz do problema indicado. Também é importante destacar que não é preciso usar os cinco porquês para se chegar a causa raiz de um problema, como também é possível se utilizar os porquês por mais vezes.

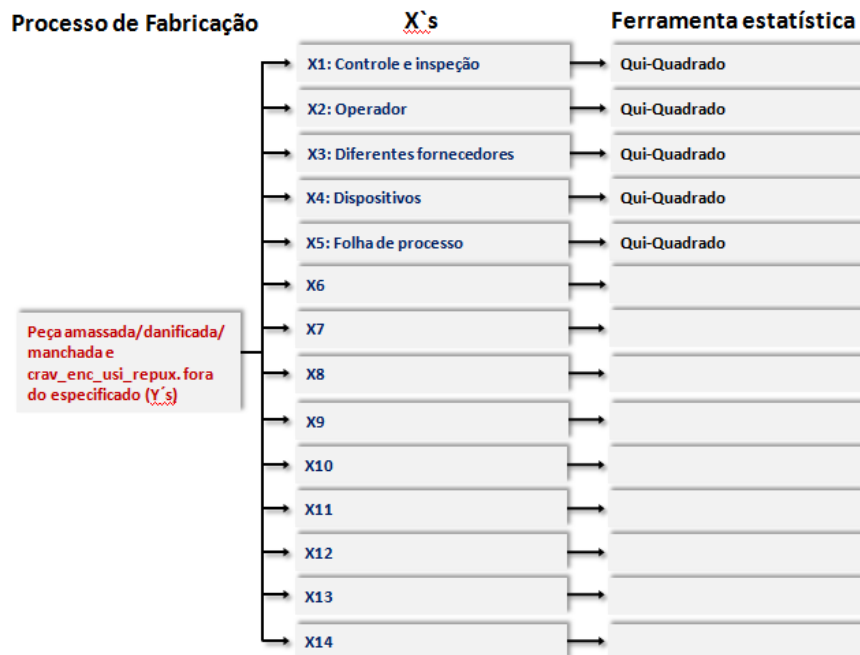
Figura 24: Exemplo de Cinco Porquês utilizado na empresa.

Problema	1º Por que?	2º Por que?	3º Por que?	4º Por que?	5º Por que?
Controle e Inspeção – não faz corretamente (MO)	Não foram treinados corretamente				
	Não são cobrados com relação à qualidade como deveriam				
Operador (MO)	Não trabalham no mesmo padrão nos diferentes turnos	Desnívelamento de conhecimento entre operadores			
Teste de estanquidade(MED)	Dispositivo para teste ineficiente	Falta manutenção			
		Bomba de alimentação muito fraca			
Vento(MA)	Afeta a regulagem da tocha	Desvia a chama			
		Não permite que a peça aqueça			
Sujeira (óleo) (MA)	Tempo maior para fundir o material	Prejudica a produtividade			
	Afeta a fusão da solda	Não conforme com relação a qualidade			
Folha de processo – não tem (MET)	Grande número de peças				
	Atividades de implantação lentas	Recurso disponível dividido em muitas atividades			

Fonte: Fornecido pela empresa.

São utilizadas ferramentas de análise dos dados que foram obtidos pelas ferramentas de detecção das causas raiz (Ishikawa, Pareto, Cinco Porquês etc). A Árvore de Análise é utilizada como uma destas ferramentas, como podemos ver na figura 25, onde também é possível perceber o uso de ferramentas estatísticas. Na figura 25 é usado o Qui-Quadrado, que serve para avaliar quantitativamente a relação entre o resultado de um experimento e a distribuição esperada para o fenômeno.

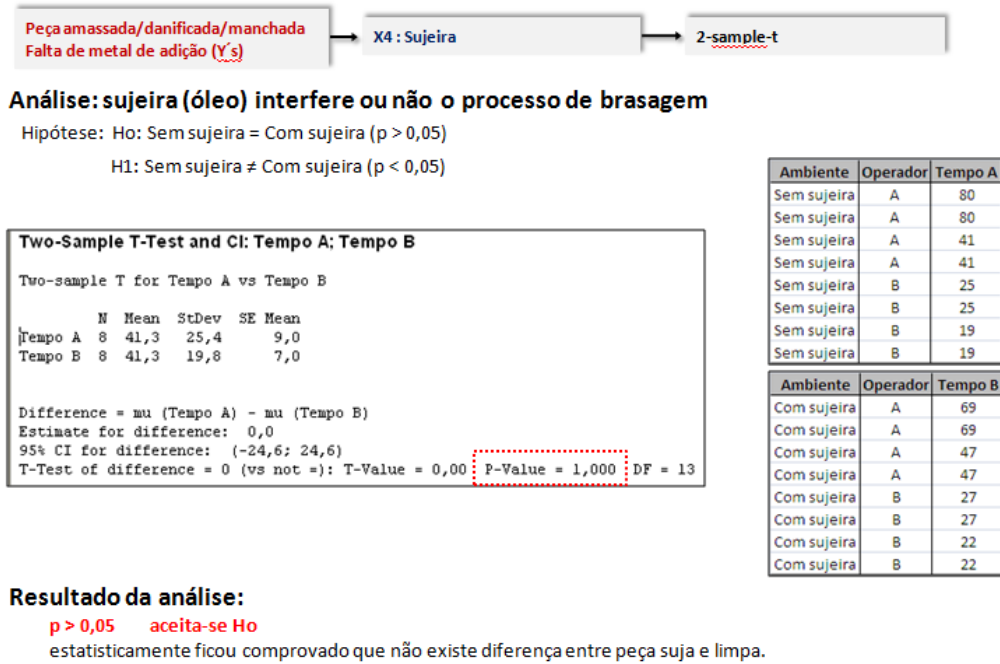
Figura 25: Exemplo de Árvore de Análise utilizado na empresa.



Fonte: Fornecido pela empresa.

Na figura 26 é demonstrada a análise estatística dos dados obtidos com as ferramentas já citadas anteriormente. Além desta análise são feitas diversas outras, como diferenças entre os dados coletados pelos colaboradores, análise de todas as causas raiz dos problemas pesquisados etc. Na figura é possível perceber o uso da ferramenta estatística 2-Sample t, que calcula um intervalo de confiança e executa o teste de hipótese para comparar as médias de duas populações normais de variâncias iguais ou não.

Figura 26: Exemplo de Árvore de Análise utilizado na empresa.



Fonte: Fornecido pela empresa.

Na figura 27 é demonstrada um modelo de Plano de Ação 5W2H utilizado na empresa, onde é possível verificar todos os componentes que fazem parte da ferramenta. Também é possível ver nesta figura um campo com a porcentagem de quanto está completo cada solução para a causa raiz dos problemas em estudo. A ferramenta 5W2H faz uso das causas raiz encontradas na técnica dos Cinco Porquês (figura 24).

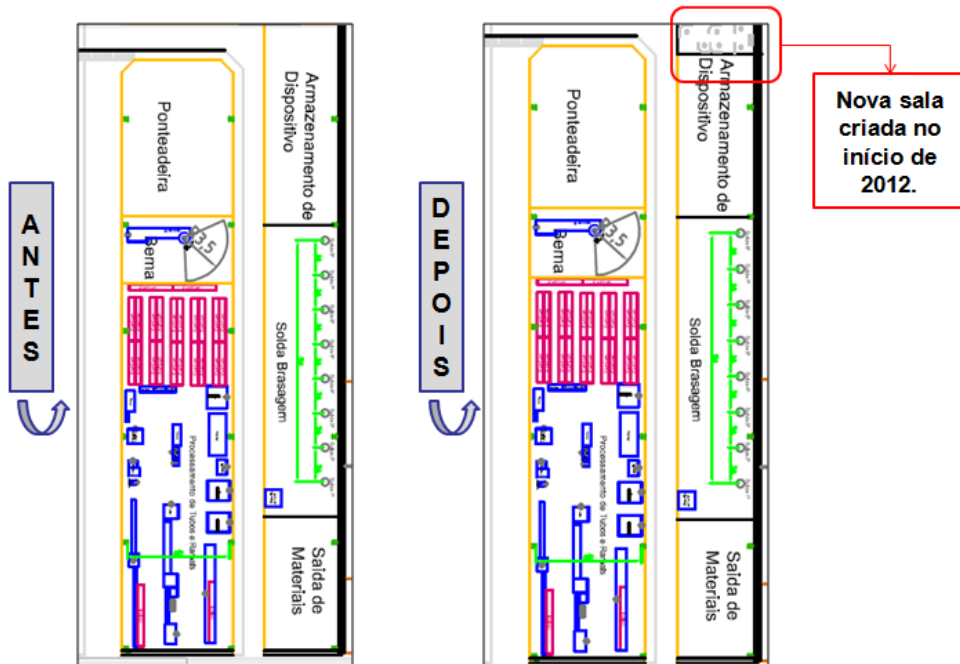
Figura 27: Exemplo de 5W2H utilizado na empresa.

Plano de Ação 5W2H								
Data da criação do plano:		Responsável:	Colaborador	Objetivo:				
Data da revisão do plano:		Responsável:	Colaborador	Indicador:			Meta:	
O que fazer (What)	Onde fazer (Where)	Por que fazer (Why)	Quando fazer (When)		Quem fazer (Who)	Como fazer (How)	Quanto (How Much)	% Completo
			Início	Fim				
Alocar equipe responsável pela qualidade para próximo do processo (brasagem e fabricação)	Área da brasagem	Facilitar o contato em nível operacional e agilizar dos problemas de rotina e informações necessárias	Data	Data	Colaborador/Melhoria estrutura	Construir nova sala na área e alocar responsáveis para a mesma	R\$	100%
Trocar fornecedor de matéria-prima	Área da brasagem (fabricação)	Elevado índice de reprova de peças devido o material não vir conforme especificado (especificação errada de	Data	Data	Colaborador/Qualidade Central	Acionar a qualidade central para nova avaliação de fornecedores	R\$	100%
Aquisição de instrumentos de medição para não ter mais compartilhamento	Área da fabricação	Padronizar instrumentos de medição para cada operador	Data	Data	Colaborador	Comprar instrumentos que faltam (paquímetro)	R\$	100%
Eliminar ou realocar os ventiladores nas cabines de brasagem	Área da brasagem	Evitar que o vento interfira no processo de brasagem (aquecimento e posicionamento da tocha)	Data	Data	Colaborador/Melhoria Estrutura	Caso os ventiladores sejam realocados, analisar melhor posição para que não haja interferência no processo	R\$	100%
Minimizar indícios de sujidades em peças críticas* ao longo da cadeia produtiva	Processos anteriores a brasagem	Sujeiras acumuladas em peças que serão brasadas dificultam a penetração da prata. Aumenta-se o tempo de fabricação	Data	Data	Colaborador	Inserir processo de limpeza de peças críticas no roteiro	R\$	100%

Fonte: Fornecido pela empresa.

Na figura 28 é apresentado um dos desdobramentos do plano de ação, no caso foi a criação de uma sala para alocar a equipe responsável pela qualidade do processo estudado.

Figura 28: Exemplo de ação resultante do 5W2H utilizado na empresa.



Fonte: Fornecido pela empresa.

Na figura 29 é demonstrado um exemplo de Plano de Controle utilizado na empresa, onde é possível ver a indicação dos documentos, as ferramentas e os indicadores em uso, a fim de manter os processos estudados sob controle.

Figura 29: Exemplo de plano de controle utilizado na empresa.

Plano de Controle		
Documentos:	Ferramentas usadas:	Indicadores de acompanhamento:
1. Folha de Processo e Ilustração Técnica (para cada peça); 2. Auditoria de 5S; 3. Indicador de qualidade (refugos).	1. Instrumentos de medição;	1. PPM de qualidade (Capacidade Sigma) – mensal Medição atual: outubro 2012.

Fonte: Fornecido pela empresa.

As principais dificuldades encontradas em relação a gestão dos projetos Seis Sigma em andamento dentro da empresa, dizem respeito ao controle das ferramentas em uso, causada pela falta padronização.

Atualmente é necessário procurar por cada uma das ferramentas individualmente em cada um dos *roadmaps* dos projetos, a fim de saber o *status* em que se encontram. Esta

procura se mostra muito trabalhosa, pois em épocas de apresentações dos projetos, por exemplo, não permite um controle adequado de quais ferramentas estão em construção, quais estão finalizadas e por fim quais ainda não foram feitas. As dificuldades em visualizar o *status* das ferramentas são sentidas por todos os participantes dos projetos, inclusive pelo Master Black Belt, que necessariamente precisa saber sobre o andamento dos projetos, a fim de gerenciá-los de forma adequada.

3.2 Ferramenta proposta

A ferramenta proposta, para uso na empresa, tem a função básica de agrupar todas as ferramentas utilizadas nos projetos em estudo em um único local. O funcionamento da ferramenta é bastante simples e foi desenvolvido com a ajuda de um editor de planilhas eletrônicas. A seguir são apresentados seu funcionamento e suas principais características.

Na figura 30 é demonstrado um modelo de lista de Projetos em andamento com algumas informações relevantes como linha, projeto, responsável, participantes, escopo e DMAIC. A seta indicada pelo número 1. funciona como um *hyperlink* e leva até o DMAIC do respectivo projeto.

Figura 30: Lista de Projetos Seis Sigma.

Lista de Projetos Seis Sigma					
Linha	Projeto	Responsável	Participantes	Escopo	DMAIC
Colheita	Projeto 1	Colaborador	Colaboradores	Escopo do Projeto 1	
Colheita	Projeto 2	Colaborador	Colaboradores	Escopo do Projeto 2	
Colheita	Projeto 3	Colaborador	Colaboradores	Escopo do Projeto 3	
Tratorizada	Projeto 4	Colaborador	Colaboradores	Escopo do Projeto 4	
Tratorizada	Projeto 5	Colaborador	Colaboradores	Escopo do Projeto 5	
Adubação	Projeto 6	Colaborador	Colaboradores	Escopo do Projeto 6	

1.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 31 é demonstrado o modelo DMAIC com todas as suas ferramentas referentes ao projeto 1, que foi selecionado na lista de projetos.

- A seta indicada pelo número 2. leva novamente até a lista de projetos, ou seja, pode-se escolher qualquer dos projetos novamente;
- O número 3. indica a coluna com as ferramentas referentes ao projeto 1;
- A seta indicada pelo número 4. indica o hyperlink que leva a cada uma das ferramentas;
- O número 5. indica o status de desenvolvimento das ferramentas.

Figura 31: Lista de ferramentas DMAIC.

		Voltar para Lista	
DMAIC - Projeto 1			
D	✓ Diagrama SIPOC		● Tem
	✓ Mapa do processo		● Tem
M	✓ Avaliação de Sistemas de Medição (MSA)		● Tem
	✓ Capabilidade		● Tem
A	✓ Diagrama de causa e efeito		● Tem
	✓ Matriz de causa e efeito		● Tem
	✓ Pareto (priorização das causas)		● Em construção
	✓ 5 Porquês		● Não tem
	✓ Árvore da análise		● Não tem
	✓ Análise estatística		● Não tem
	✓ Análise do Processo		● Não tem
I	✓ Plano de Ação (5W2H)		● Não tem
C	✓ Plano de controle		● Não tem
	✓ Gráfico de controle		● Não tem

Legenda:	
●	Tem
●	Não tem
●	Em construção

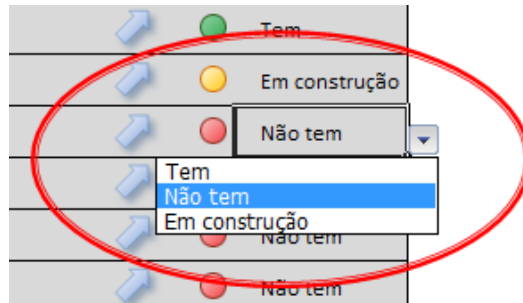
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 32 é exemplificada a maneira de escolher o status para cada uma das ferramentas, são eles:

- Verde indica que a ferramenta está concluída;
- Vermelha indica que a ferramenta ainda não foi iniciada;

- Amarela indica que a ferramenta está em construção.

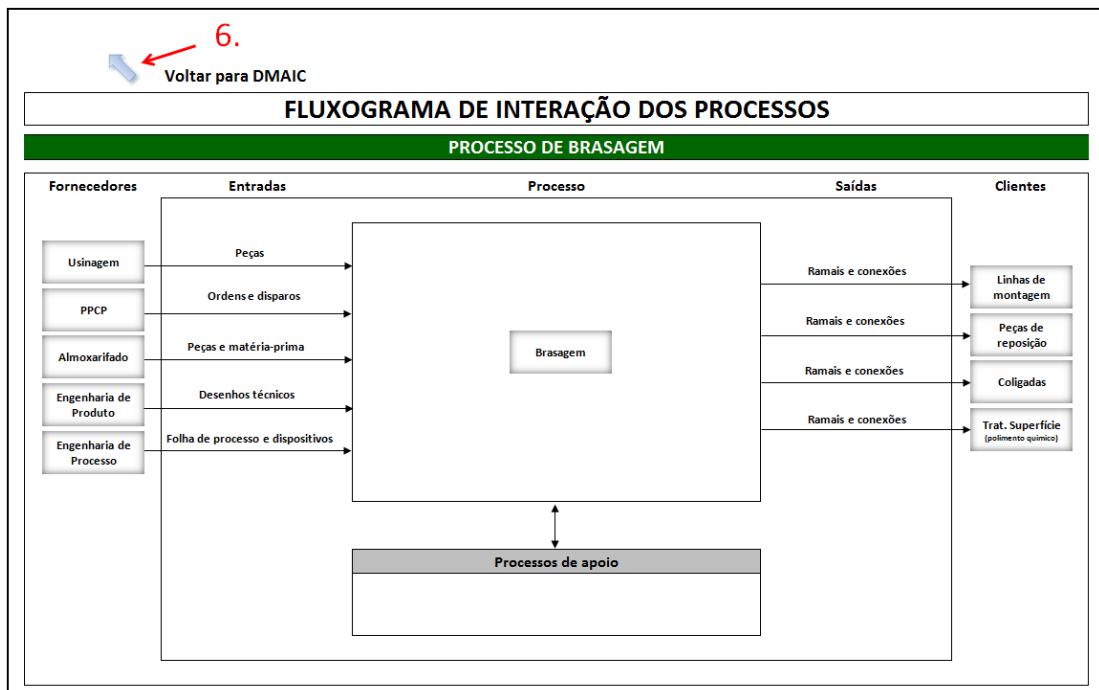
Figura 32: Status das ferramentas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 33 é demonstrada a ferramenta SIPOC depois de clicado no *hyperlink* referente a ela. A seta indicada pelo número 6. volta para a tela de seleção de ferramentas da figura 31.

Figura 33: Atalho para Diagrama SIPOC




Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 34 é demonstrada a ferramenta Matriz de Causa e a seta indicada pelo número 7. volta para a lista de ferramentas DMAIC.

Figura 34: Atalho para Matriz de Causa e Efeito

7.



MTRIZ CAUSA E EFEITO PARA O PROCESSO DE BRASAGEM					
Peso		10	8		
CTQ'S (Y's)		Peça amassada/danificada /manchada	Falta de metal de adição		
Item	6M	Causas (X's)		Total	
1	Métodos	Desenhos deficientes / interpretação	1	3	34
2	Métodos	Folha de processo - não tem/ deficiente	5	5	90
3	Métodos	Matriz - incorreta / desgastada	1	1	18
4	Métodos	Try-out - fluxo de processo ineficaz	5	3	74
5	Materiais	Diferentes fornecedores - prop. Mec/comp. Química	1	3	34
6	Medição	Instrumentos de medição - implantar	1	1	18
7	Medição	Teste de estanqueidade	3	9	102
8	Mão-de-obra	Operador	7	9	142
9	Mão-de-obra	Controle e inspeção - não faz corretamente/não faz	7	9	142
10	Máquinas	Manutenção - resposta/solução lenta	3	3	54
11	Máquinas	Dispositivos	9	5	130
12	Meio Ambiente	Layout - pouco ergonômico	3	7	86
13	Meio Ambiente	Vento	3	9	102
14	Meio Ambiente	Sujeira (óleo)	7	7	126

Notas da equipe: 1/3/5/7/9


 Pontuação acima de 90 (principais causas)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 35 é demonstrada a ferramenta Pareto ainda em construção, onde é possível visualizar alguns dados que irão formar o gráfico futuramente. A seta indicada pelo número 8 volta para a lista de ferramentas DMAIC.

Figura 35: Gráfico de Pareto em construção

8.




Causas (X's)		Total	
Folha de Processo - não tem suficiente	7	1	77
Diferentes Fornecedores	9	5	125
Operador	7	9	133
Controle e Inspeção - não faz corretamente/não faz	9	9	153
Dispositivos	9	5	125

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 36 é demonstrado o detalhe da lista de ferramentas DMAIC, onde é possível ver o *status* da ferramenta Pareto, indicado pelo número 9., mostrando que ainda está em construção.

Figura 36: Status do Gráfico de Pareto



The image shows a table with three rows of DMAIC tools. The first row is 'Matriz de causa e efeito' with a green circle and the text 'Tem'. The second row is 'Pareto (priorização das causas)' with a yellow circle and the text 'Em construção'. The third row is '5 Porquês' with a red circle and the text 'Não tem'. A red circle highlights the 'Em construção' status of the Pareto tool, and a red arrow points to it with the number '9.' below it.

✓ Matriz de causa e efeito	Tem
✓ Pareto (priorização das causas)	Em construção
✓ 5 Porquês	Não tem

Fonte: Elaborado pelo autor.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS ESPERADOS

Os estudos realizados tem por finalidade mostrar a importância das ferramentas utilizadas no Seis Sigma e também desenvolver uma ferramenta de uso simples, voltada para a padronização da metodologia dentro da empresa estudada.

As ferramentas estudadas fazem parte do DMAIC, que é um modelo que permite uma progressão linear do projeto, com cada fase levando a uma seguinte, por meio de ferramentas utilizadas em cada uma destas fases.

A ferramenta desenvolvida terá a finalidade específica de agrupar em um único local todas as ferramentas utilizadas na empresa, e que fazem parte da Metodologia Seis Sigma, facilitando assim seu gerenciamento e também a visualização por parte de todos os colaboradores que participam dos projetos abordados.

O autor Perez-Wilson (1999) diz que padronizar a metodologia para alcançar o Seis Sigma permite que todos os indivíduos dentro da organização se concentrem em seus projetos individuais de redução do desvio padrão, em vez de ficarem preocupados e confusos sobre o que fazer ou como fazê-lo.

O resultado esperado com o uso da ferramenta, ou, ao menos a implementação da idéia geral em conjunto com alguma ferramenta já existente na empresa, será facilitar a localização de arquivos digitais derivados das ferramentas em uso (SIPOC, Pareto, Diagrama de Causa e Efeito etc.), facilitar a gerência destas ferramentas por parte dos colaboradores responsáveis e também sua visualização por todos os colaboradores envolvidos nos projetos, além de permitir a padronização das informações referentes as ferramentas aplicadas em cada projeto.

Perez-Wilson (1999), lembra que uma metodologia para caracterizar e otimizar processos não técnicos, como processos administrativos, de serviço e de transações, deve também ser padronizado por toda a organização.

4.1. Utilização da ferramenta proposta

A ferramenta desenvolvida foi apresentada a um dos colaboradores do Escritório de Projetos da empresa, que decidiu testar sua funcionalidade em conjunto com uma ferramenta já em uso anteriormente.

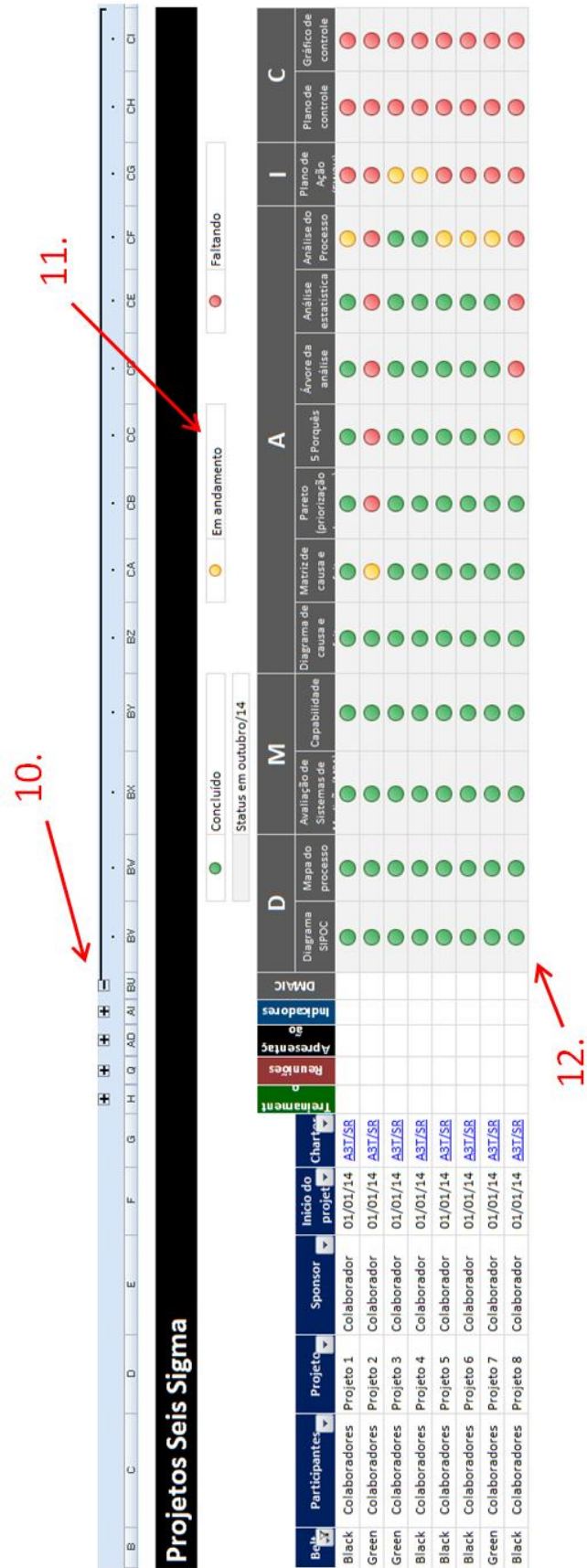
A ferramenta que já era utilizada na empresa tem o nome de "Projetos Seis Sigma", funcionando como uma lista de projetos, tem a função de agrupar os projetos Seis Sigma em andamento e apresenta campos como turma, *Belt*, participantes, treinamento, datas de reuniões etc.

Como a ferramenta proposta tem o objetivo básico de agrupar todas as ferramentas utilizadas no DMAIC em um único local, a idéia foi adaptada na lista de projetos existente (figura 37). Foi inserida uma coluna chamada DMAIC, que ao ser expandida permite a visualização das ferramentas em uso, indicado pelo número 10.

Foi inserida uma legenda com cada um dos status possíveis para as ferramentas, indicado pelo número 11.

Por fim foi adaptada a idéia dos *status* para cada uma das ferramentas (número 12.), com a diferença de que estes ficam visíveis permanentemente ao se expandir a coluna DMAIC.

Figura 37: Adaptação da ferramenta proposta



Fonte: Elaborado pelo autor.

CONCLUSÃO

O trabalho realizado permitiu a visualização das etapas de projetos em geral e também suas possíveis áreas de aplicação, indicando que seu gerenciamento é aplicável nos mais diversos setores de atividades.

Permitiu também a visualização da aplicação da metodologia Seis Sigma nos projetos em andamento dentro de uma empresa do setor de máquinas e implementos agrícolas, que são voltados para a redução de custos, melhoria em processos, melhoria em qualidade etc., confirmando a afirmação de que a gestão de projetos pode acontecer em diversas áreas dentro das organizações.

A importância do modelo DMAIC, dentro da metodologia Seis Sigma, pode ser verificada com a utilização das ferramentas que fazem parte de sua composição. Estas ferramentas fornecem uma progressão linear por meio da elaboração de cada uma delas, o que permite uma fácil observação de qual estágio o projeto se encontra.

A proposta inicial da ferramenta desenvolvida foi atendida, pois sua idéia inicial foi aceita e posta em prática com algumas adaptações, como visto na figura 37. Sua utilização permite uma fácil visualização do andamento e da elaboração das ferramentas, facilitando também seu gerenciamento por parte dos colaboradores que fazem uso destas informações, como por exemplo, o *Master Black Belt*. Estas facilidades não podem ser medidas quantitativamente, porém pode-se perceber suas vantagens por meio da facilidade com que se pode visualizar o status dos projetos, baseado nas ferramentas utilizadas.

A metodologia Seis Sigma é uma ferramenta com eficiência comprovada em vários países, seu uso se difundiu em inúmeros setores industriais por empresas de portes diferentes. A importância da metodologia está pautada no controle da variação dos atributos e eliminação de defeitos em processos produtivos ou administrativos, por isso seu uso se mostra muito efetivo em relação aos ganhos gerados para as empresas.

Os conhecimentos adquiridos vão servir para futuras necessidades que aparecerão na vida profissional, pois o Seis Sigma se mostra uma metodologia bastante robusta e pautada na redução de defeitos, portanto, aplicável em todas as áreas de negócios.

REFERÊNCIAS

Apostila Optima. **Black Belt Seis Sigma DMAIC**: Módulo 1.

Apostila Optima. **Black Belt Seis Sigma DMAIC**: Módulo 2.

Diagrama de Pareto. Disponível em: <<http://www.significados.com.br/diagrama-de-pareto/>>. Acesso em 30 set 2014.

FALCONI, Vicente. **TQC: Controle da Qualidade Total no Etilo Japonês**. - 8. ed. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

FEIGENBAUM, A. V. **Total Quality Control**. - New York: McGraw-Hill, 1983.

Fluxograma de Processo. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/fluxograma-de-processo/>>. Acesso em 18 ago 2014.

GENG, Hwaiyu. **Manufacturing Engineering Handbook**. - New York: McGraw-Hill, 2004.

KEELLING, Ralph. **Gestão de Projetos: uma abordagem global**; tradução Cid Knipel Moreira; revisão técnica Orlando Cattini Jr. - São Paulo: Saraiva, 2006.

KERZNER, Harold. **Gestão de Projetos: As Melhores Práticas**; tradução Lene Belon Ribeiro. - 2. ed. - Porto Alegre: Bookman, 2006.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. **Administração de Produção e Operações**; tradução: Miriam S. R. de Oliveira. - 8. ed. - São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

Lean Six Sigma. Disponível em: <<http://www.leansixsigma.com.br/>>. Acesso em 26 jun 2014.

MAXIMIANO, Antônio Cesar Amaru. **Administração de Projetos: como transformar idéias em resultados**. - 2. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

Manual de Referência da Automotive Industry Action Group - AIAG. **Análise dos Sistemas de Medição - MSA**. - 3. ed. São Paulo: 2004.

PALMER, Colin F. **Controle Total de Qualidade**; tradução: Itiro Iida. - São Paulo: Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974.

PEREZ-WILSON, Mario. **Seis Sigma**: Compreendendo o Conceito, as Implicações e os Desafios; tradução de Bazán Tecnologia e Linguística. - Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1999.

PMI - Project Management Institute. disponível em: <<http://brasil.pmi.org/brazil/home.aspx>>. Acesso em 20 maio 2014.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. **Um Guia do Conhecimento de Projetos** (Guia PMBOK®) - Quarta Edição, 2008.

SATOLO, E. G.; ANDRIETTA, J. M.; CAUCHICK MIGUEL, P. A.; CALARGE F. A. **Análise da utilização de técnicas e ferramentas no programa Seis Sigma a partir de um levantamento tipo survey**. Produção, v. 19, n. 2, p. 400-416, 2009

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**; tradução Maria T. C. de Oliveira. - 2. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

SLEEPER, Andrew D. **Design for Six Sigma Statistics: 59 Tools for Diagnosing and Solving Problems in DFSS Initiatives**. - Fort Collins, Colorado: McGraw-Hill, 2006.

The Symbol of Sigma. Disponível em: <<http://www.clipartbest.com/clipart-ncE6zKpcA>>. Acesso em 24 jun 2014.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VALERIANO, Dalton. **Moderno Gerenciamento de Projetos**. - São Paulo: Prentice Hall, 2009.

VARGAS, Ricardo. **Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo Diferencias Competitivos.** - 6. ed. - São Paulo: Brasport, 2005.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Criando a Cultura Seis Sigma.** 3. ed. - Nova Lima, MG: Werkema Ed., 2004.

WOILER, Samsão; MATHIAS, Washington Franco. **Projetos: planejamento, elaboração e análise.** - 2. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

XAVIER, Carlos Magno da Silva. **Gerenciamento de Projetos: Como definir e controlar o escopo do projeto.** - São Paulo: Saraiva, 2005.

YANG, Kai; EL-HAIK, Basem. **Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development.** - New York, United States: Mcgraw-Hill, 2003.