

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

APLICAÇÃO DO MODELO DMAIC NO PROCESSO DE PALETIZAÇÃO
DE CARGA EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS DO PIM: UM ESTUDO
DE CASO

HERCILIO EVERTON NOGUEIRA DA SILVA

MANAUS
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

HERCILIO EVERTON NOGUEIRA DA SILVA

APLICAÇÃO DO MODELO DMAIC NO PROCESSO DE PALETIZAÇÃO
DE CARGA EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS DO PIM: UM ESTUDO
DE CASO

Dissertação apresentada ao Programa de
Engenharia de Produção da Universidade
Federal do Amazonas, como requisito
parcial para obtenção do Título de Mestre
em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Rodrigues Barreiros

MANAUS
2010

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586p Silva, Hercilio Everton Nogueira da
Procedimento metodológico para aplicação do modelo DMAIC da metodologia seis sigma em uma indústria de bebidas : Um estudo de caso / Hercilio Everton Nogueira da Silva. 2010
127 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Nilson Rodrigues Barreiros
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Seis Sigma. 2. Logística. 3. reversa. 4. Pim. I. Barreiros, Nilson Rodrigues II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

HERCILIO EVERTON NOGUEIRA DA SILVA

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA APLICAÇÃO DO MODELO
DMAIC DA METODOLOGIA SEIS SIGMA EM UMA INDÚSTRIA DE
BEBIDAS: UM ESTUDO DE CASO

Dissertação apresentada ao Programa de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Nilson Rodrigues Barreiros - Presidente
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Jonas Gomes da Silva
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Aldenir Ferreira Alencar
Universidade Federal do Amazonas

MANAUS

2010

RESUMO

As indústrias de bebidas estão em um mercado cuja concorrência é extremamente acirrada no qual a busca pela excelência operacional é um princípio para a manutenção da competitividade, pois exige-se foco em qualidade, redução de custos e melhores níveis de produtividade. Nesta linha de análise, em que se fala em criar vantagem competitiva no negócio por meio da melhoria da produtividade uma empresa do setor de bebidas do Pólo Industrial de Manaus (PIM) desenvolveu por meio do uso do Seis Sigma com foco no processo logístico de paletes ferramentas de gestão que proporcionam processos mais eficientes que integram a manufatura com a qualidade dos processos de embarques, visando o aumento da eficiência operacional de transporte. Neste sentido, este estudo teve como objetivo apresentar os principais conceitos de logística de transporte, das ferramentas de gestão da qualidade e ferramentas do Seis Sigma, Descrever o modelo DMAIC do procedimento metodológico Seis Sigma e demonstrar a aplicação deste no processo de paletização de cargas por meio de um estudo de caso em uma Indústria de Bebidas do Pólo Industrial de Manaus (PIM), bem como demonstrar os resultados obtidos por meio da aplicação prática do procedimento metodológico DMAIC. Este estudo foi realizado por meio de um levantamento bibliográfico dos conceitos, métodos, procedimentos das ferramentas da qualidade, Seis Sigma. Como procedimento de coleta de informações, utilizou-se dados secundários. A técnica de coleta para obtenção de dados secundários baseou-se na consulta a dados disponíveis na organização, contidos em manuais, fluxogramas e demais documentos organizacionais. Foram utilizadas as mesmas ferramentas de coleta de dados e indicadores utilizados para avaliação das etapas da implementação do procedimento metodológico Seis Sigma na empresa. Foi realizada a avaliação de indicadores do processo antes e após a implementação do procedimento metodológico Seis Sigma nesta empresa. Foi apresentado e testado um modelo de aplicação do Seis Sigma baseado na metodologia DMAIC no processo de paletização de cargas, por fim, analisou-se os resultados obtidos nos processos estudados e suas contribuições para a melhoria da qualidade e da eficiência de tais processos. Neste estudo, conclui-se que através da aplicação do procedimento metodológico do modelo DMAIC foi possível determinar e quantificar os principais defeitos e desperdícios, analisar as causas e estabelecer ações de melhoria no processo de paletização de cargas na Empresa obtendo como resultado a redução de 40% na movimentação diária dos operadores para abastecimento na área de embarque da empresa, a eliminação de falta de paletes no processo de embarques, a eliminação do descarte de resíduos sólidos no meio ambiente e a redução de despesas com paletes em 56% na Empresa em questão .

Palavras Chave: Seis Sigma, Logística Reversa, PIM

ABSTRACT

Beverage companies are in a fiercely competitive market where the pursuit of operational excellence is a principle for maintaining competitiveness, as it requires a focus on quality, cost reduction and improved productivity levels. In this line of analysis, which is about creating competitive advantage in the business by improving productivity, a company from the Industrial Park of Manaus (PIM) in the beverage sector developed, through the use of Six Sigma focused on the pallet logistics process, management tools that provide more efficient processes that integrate manufacturing with the quality of shipping processes, aiming to increase the operational efficiency of transportation. In this sense, this study aimed to present the main concepts of transportation logistics, quality management tools and Six Sigma tools, to describe the DMAIC model of the Six Sigma methodological procedure and demonstrate its application in the palletizing process through a case study in a beverage company of the Industrial Park of Manaus (PIM), as well as to demonstrate the results obtained through the practical application of the DMAIC methodological procedure. This study was conducted through a bibliographic survey of the concepts, methods, procedures of the quality tools, Six Sigma. As an information gathering procedure, secondary data were used. The collection technique for obtaining secondary data was based on consulting available data in the organization, contained in manuals, flow charts and other organizational documents. The same data collection tools and indicators were used to evaluate the implementation steps of the Six Sigma methodological procedure in the company. Process indicators were evaluated before and after the implementation of the Six Sigma methodological procedure in this company. A Six Sigma application model based on the DMAIC methodology in the palletizing process was presented and tested. Finally, we analyzed the results obtained in the studied processes and their contributions to improve the quality and efficiency of such processes. In this study, it was concluded that by applying the methodological procedure of the DMAIC model it was possible to determine and quantify the main defects and waste, analyze the causes and establish improvement actions in the palletizing process in the company, resulting in a reduction of 40% of daily movement of operators to supply the company's shipping area, the elimination of lack pallets in the shipping process, the elimination of solid waste disposal in the environment and the reduction of pallet expenses by 56% in the company in question.

Keywords: Six Sigma, Reverse Logistics, PIM

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| FIGURA 1- ESTRUTURA DA EQUIPE SEIS SIGMA | 24 |
| FIGURA 2- CICLO DMAIC..... | 27 |
| FIGURA 3- EXEMPLO DE HISTOGRAMA..... | 38 |
| FIGURA 4- MODELO DE UM GRÁFICO DE CONTROLE..... | 39 |
| FIGURA 5- DIAGRAMA DE ISHIKAWA..... | 40 |
| FIGURA 6- MODELO DE DIAGRAMA DE ÁRVORE | 41 |
| FIGURA 7- REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM DIAGRAMA DE AFINIDADES. | 42 |
| FIGURA 8- FLUXOGRAMA DE ATIVIDADE E FUNCIONAL..... | 43 |
| FIGURA 9- MODELO DE GRÁFICO DE PARETO | 44 |
| FIGURA 10 - ASPECTOS DO GRÁFICO DE TENDÊNCIA | 45 |
| FIGURA 11 - MODELO DE MATRIZ DE PRIORIDADE | 46 |
| FIGURA 12 - RELAÇÃO ENTRE DISTÂNCIA E CUSTO DE TRANSPORTE | 54 |
| FIGURA 13 - RELAÇÃO ENTRE DISTÂNCIA E PESO DA CARGA | 55 |
| FIGURA 14 - RELAÇÃO ENTRE DISTÂNCIA E DENSIDADE DA CARGA..... | 55 |
| FIGURA 15 - OBJETIVOS E INTERAÇÕES DA FUNÇÃO DE..... | 57 |
| FIGURA 16 - EXEMPLO DE CONTEINEIRIZAÇÃO | 59 |
| FIGURA 17 - EXEMPLO DE PALETIZAÇÃO | 60 |
| FIGURA 18 – PROCESSO LOGÍSTICO; DIRETO E REVERSO | 61 |
| FIGURA 20 - EXEMPLO DE POOL DE PALETES | 62 |
| FIGURA 21 - ÁRVORE DECISÓRIA | 72 |
| FIGURA 22 - OCORRÊNCIA DE FALTA DE MATERIAL - PALETES | 73 |
| FIGURA 23 - NÚMERO DE PALETES REJEITADOS..... | 74 |
| FIGURA 24 - NÚMERO DE LISTAS DE MATERIAIS COM ERROS | 74 |
| FIGURA 25 - INDICADORES DE ALTO NÍVEL (TLI – TOP LEVEL INDICATORS) | 75 |
| FIGURA 26 - DIAGRAMA DE SERPENTE DISTRIBUIÇÃO E PLANEJAMENTO E COMPRAS | 76 |
| FIGURA 27 - DIAGRAMA DE SERPENTE – IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES | 77 |
| FIGURA 28 - DESPESAS COM PALETES ENTRE 2005 E 2006..... | 78 |
| FIGURA 29 - PALETES EMBARCADOS & CUSTO TOTAL DE PALETES | 78 |
| FIGURA 30 - DESPESA COM FUMIGAÇÃO DE PALETES | 79 |
| FIGURA 31 - FRMULÁRIO DO PLANO DE COMUNICAÇÃO | 80 |
| FIGURA 32 - FORMULÁRIO DE PLANEJAMENTO DE PROJETOS..... | 81 |
| FIGURA 33 - MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR | 83 |
| FIGURA 34 - OCORRÊNCIA FALTA DE MATERIAL_2005 | 85 |
| FIGURA 35 - OCORRÊNCIA FALTA DE MATERIAL_2006 | 85 |
| FIGURA 36 - DESPESAS COM PALETES | 86 |
| FIGURA 37 - CONSUMO TOTAL DE PALETES | 86 |
| FIGURA 38 - CONSUMO DE PALETES POR ENGARRAFADOR (BRASIL) EM 2006..... | 87 |
| FIGURA 39 - CONSUMO DE PALETES POR ENGARRAFADOR (EXPORTAÇÃO) EM 2006..... | 88 |
| FIGURA 40 - DIAGRAMA DE ESPAGUETI..... | 89 |
| FIGURA 41 - PREFERÊNCIA POR PALETE (DIMENSÃO) | 90 |
| FIGURA 42 - PREFERÊNCIA POR PALETE (MATERIAL)..... | 90 |
| FIGURA 43 - UTILIZAÇÃO DO PALETE NO ESTOQUE..... | 91 |
| FIGURA 44 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA DESPESA COM PALETE | 93 |
| FIGURA 45 - VALIDAÇÃO DE CAUSA RAIZ - DESPESA COM PALETE (I)..... | 94 |
| FIGURA 46 - VALIDAÇÃO DE CAUSA RAIZ - DESPESA COM PALETE (II)..... | 95 |
| FIGURA 47 - VALIDAÇÃO DE CAUSA RAIZ - DESPESA COM PALETE (III)..... | 96 |
| FIGURA 48 - MATRIZ DE SELEÇÃO DE SOLUÇÕES_I | 98 |
| FIGURA 49 - MATRIZ DE SELEÇÃO DE SOLUÇÕES_II | 99 |
| FIGURA 50 - MATRIZ DE SELEÇÃO DE SOLUÇÕES_III..... | 100 |
| FIGURA 51 – PLANO DE AÇÃO: SOLUÇÃO I..... | 102 |
| FIGURA 52 - TESTE DE NOVO PALETE DE TRANSPORTE..... | 103 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 53 - FLUXO OPERACIONAL NO SISTEMA POOL DE PALETES..... | 104 |
| FIGURA 54 - NOVO ESTRADO PARA AMARRAÇÃO DE CARGA..... | 105 |
| FIGURA 55 - PLANO DE AÇÃO PARA KANBAN..... | 106 |
| FIGURA 56 - DIAGRAMA DE ESPAGUETI..... | 107 |
| FIGURA 57 – CONTROLE DE GERENCIAMENTO DE PROCESSO..... | 109 |
| FIGURA 58 - PMCS DO EMBAQUE DE PALETES DO POOL..... | 111 |
| FIGURA 59 - ACOMPANHAMENTO DE DESPESA COM PALETES..... | 112 |
| FIGURA 60 - EVOLUÇÃO DA ECONOMIA DO PROJETO..... | 112 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| QUADRO 1 - SUGESTÃO PARA TREINAMENTO DOS PAPÉIS..... | 26 |
| QUADRO 2 – IMPACTSO DA LOGÍSTICA REVERSA | 61 |
| QUADRO 3 - RELAÇÃO CARGO & FUNÇÃO NO GRUPO SEIS SIGMA..... | 69 |
| QUADRO 4 - MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO..... | 71 |
| QUADRO 5 - SUMÁRIO DO PLANO DE COLETA DE DADOS..... | 84 |
| QUADRO 6 - CÁLCULO DO SIGMA (I)..... | 91 |
| QUADRO 7 - CÁLCULO DO SIGMA (II)..... | 103 |
| QUADRO 8 - CÁLCULO DO SIGMA (III)..... | 104 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| TABELA 1 - TRÊS INDICADORES USADOS NO SEIS SIGMA..... | 22 |
| TABELA 2 - DESEMPENHO SIGMA DO PROCESSO | 35 |
| TABELA 4 - VALIDAÇÃO DE CAUSA RAIZ PARA DESPESA COM PALETE | 96 |
| TABELA 5 - RESUMO DOS RESULTADOS (I)..... | 116 |
| TABELA 6 - RESUMO DOS RESULTADOS (I)..... | 117 |
| TABELA 7 - RESUMO DOS RESULTADOS (III)..... | 117 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 1.1 OBJETIVOS..... | 12 |
| 1.1.1 OBJETIVO GERAL..... | 12 |
| 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 12 |
| 2. GESTÃO DA QUALIDADE..... | 13 |
| 2.1. A QUALIDADE..... | 13 |
| 2.1.2 CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL E GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL..... | 16 |
| 2.2. SEIS SIGMA..... | 17 |
| 2.2.1 POR QUE SEIS SIGMA | 18 |
| 2.2.2 ORIGEM DO SEIS SIGMA | 19 |
| 2.2.3 CONCEITO E OBJETIVO DO SEIS SIGMA | 20 |
| 2.2.4 A ESTRUTURA DA EQUIPE SEIS SIGMA..... | 23 |
| 2.3 DMAIC (DEFINIR, MEDIR, ANALISAR, MELHORAR E CONTROLAR) | 26 |
| 2.3.1 DEFINIR..... | 27 |
| 2.3.2 MEDIR..... | 28 |
| 2.3.3 ANALISAR | 29 |
| 2.3.4 MELHORAR | 30 |
| 2.3.5 CONTROLAR | 31 |
| 2.4 DMADV (DEFINIR, MEDIR, ANALISAR, PROJETAR (DESIGN) E VALIDAR)..... | 31 |
| 2.4.1 DEFINIR..... | 32 |
| 2.4.2 MEDIR..... | 32 |
| 2.4.3 ANALISAR | 33 |
| 2.4.4 PROJETAR (DESIGN)..... | 33 |
| 2.4.5 VALIDAR | 34 |
| 2.5 CÁLCULO DO SIGMA | 34 |
| 2.6 FERRAMENTAS DA QUALIDADE..... | 37 |
| 2.6.1 HISTOGRAMA | 38 |
| 2.6.2 CARTAS DE CONTROLE | 39 |
| 2.6.3 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO | 40 |
| 2.6.4 DIAGRAMA DE ÁRVORE | 41 |
| 2.6.5 DIAGRAMA DE AFINIDADE | 41 |
| 2.6.6 FLUXOGRAMA | 42 |
| 2.6.7 GRÁFICO DE PARETO | 43 |
| 2.6.8 GRÁFICO DE TENDÊNCIA | 44 |
| 2.6.9 BRAINSTORMING | 45 |
| 2.6.10 MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO | 46 |
| 2.7 CONCEITOS DA MANUFATURA ENXUTA..... | 47 |
| 2.7.1 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (VSM – <i>VALUE STREAM MAPPING</i>)..... | 47 |
| 2.7.2 JUST-IN-TIME (JIT) | 47 |
| 2.7.3 CICLO DO PDCA..... | 48 |
| 2.7.4 KANBAN..... | 48 |
| 2.8. LOGÍSTICA..... | 49 |
| 2.8.1 OBJETIVOS OPERACIONAIS DA LOGÍSTICA | 50 |
| 2.8.2 SISTEMAS DE TRANSPORTE..... | 52 |

| | |
|---|------------|
| 2.8.3 MODAIS DE TRANSPORTE | 52 |
| 2.8.5 IMPORTÂNCIA DA EMBALAGEM PARA A LOGÍSTICA | 56 |
| 2.8.6 EMBALAGEM PARA O CONSUMIDOR | 57 |
| 2.8.7 EMBALAGEM INDUSTRIAL | 58 |
| 2.8.7.1 LOGÍSTICA REVERSA | 60 |
| 3. MÉTODO..... | 63 |
| 3.1 PROCEDIMENTO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS | 63 |
| 3.2 APRESENTAÇÃO DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO SEIS SIGMA..... | 64 |
| 4. ESTUDO DE CASO..... | 67 |
| 4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO | 67 |
| 4.2 APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO - A METODOLOGIA SEIS SIGMA NA EMPRESA Y..... | 68 |
| 4.2.1 ETAPA 1: FORMAÇÃO DA EQUIPE SEIS SIGMA..... | 69 |
| 4.2.2 ETAPA 2: ESCOLHA DOS PROJETOS NA EMPRESA | 70 |
| 4.2.3 ETAPA 3: APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DMAIC NO PROCESSO DE PALETIZAÇÃO DE PRODUTOS ACABADOS | 72 |
| 4.2.3.1 ETAPA DEFINIR..... | 73 |
| 4.2.3.2 ETAPA MEDIR..... | 82 |
| 4.2.3.3 ETAPA ANALISAR | 92 |
| 4.2.3.4 ETAPA MELHORAR | 97 |
| 4.2.3.5 ETAPA CONTROLAR | 108 |
| 5. CONSIDERAÇÕES GERAIS DOS RESULTADOS..... | 114 |
| 5.1 FORMAÇÃO DA EQUIPE..... | 114 |
| 5.2 ESCOLHA DO PROJETO..... | 115 |
| 5.3 APLICAÇÃO DO MODELO DMAIC..... | 115 |
| CONCLUSÃO..... | 119 |
| REFERÊNCIAS..... | 121 |

INTRODUÇÃO

A logística de transporte é um fator estratégico para qualquer empresa no mundo empresarial, cujo objetivo é atender os clientes com a velocidade exigida pelo mercado, considerando os elevados custos relacionados a este processo. Em virtude destas considerações, a Empresa Y, uma indústria de bebidas do Pólo Industrial de Manaus (PIM), busca aperfeiçoamento constantemente em seus processos, a excelência no atendimento ao cliente e a redução de custos para que se mantenha competitiva no mercado.

Porém, quando se fala em custos logísticos no Brasil refere-se aos custos de manter estoques de segurança, custos da logística interna na empresa, bem como, os custos de transporte envolvidos nas operações de entradas de insumos e saídas de produtos acabados até os clientes.

Com respeito aos custos logísticos da cidade de Manaus, vale ressaltar que são maiores que a média nacional em virtude da distância dos grandes centros fornecedores de matérias primas, bem como, dos consumidores de produtos acabados. As dificuldades em função da distância ficam ainda mais evidentes em virtude da precariedade da estrutura física do sistema de transporte no Brasil de um modo geral. São portos com baixo grau de eficiência em carga e descarga, aeroportos congestionados em virtude do grande fluxo de cargas e de pessoas, e para completar este quadro têm-se estradas em alto grau de degradação por falta de manutenção.

Ao se fazer análise do papel da logística no ambiente macro do negócio, deve-se observá-los como processos estratégicos para o alcance dos objetivos-fim das empresas. Partindo-se deste princípio Lambert *et al* (1999) coloca a logística no centro desta discussão ao afirmar que as atividades logísticas incluem o serviço ao cliente, tráfego e transportes, armazenagem e estocagem, escolha e localização de fábrica e armazéns, controle de inventário, processamento de pedidos, comunicações de distribuição, suprimentos industrial, embalagem, manuseio de mercadorias devolvidas e previsão de demanda. Tudo isto é definido como o gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Na seqüência desta linha de análise, em que se fala de criar vantagem competitiva no negócio, tem-se como foco a redução do custo do sistema logístico e, considera-se este como um objetivo na empresa (BALLOU, 2001).

No sentido de aprimorar os diferenciais competitivos das organizações, diversos modelos estratégicos têm-se popularizado sendo que cada qual enfatiza aspectos importantes

do negócio, quer em relação interna da empresa, quer em relação ao seu relacionamento com o mercado consumidor e a cadeia de suprimentos. Em geral os modelos estratégicos são prescritivos no sentido de elencar uma série de regras para a melhoria de processos, dando margem a interpretações que nem sempre concorrem para esta melhoria. Por outro lado intuição e experiência são muito úteis no diagnóstico de problemas, na identificação de falhas, como as relativas à geração de idéias para a melhoria, mas não para erradicação destas falhas, observa Garvin (1992).

Segundo Marash (2000) estas considerações abrem a oportunidade para a adoção de uma metodologia mais específica e determinística que é exatamente o foco do Seis Sigma (6σ). Segundo este autor, o Seis Sigma aperfeiçoa os processos não perdendo de vista a dimensão estratégica do negócio. Conforme o entendimento deste autor observou-se por meio deste estudo que o Seis Sigma está difundido em toda Empresa Y, porém este estudo limitou-se analisar o uso das ferramentas deste procedimento metodológico em apenas um processo da organização, que esta relacionada ao transporte de produtos acabados, especificamente nos processos de paletização de cargas.

Para Rotondaro (2002a), com o Seis Sigma as empresas entendem a variabilidade do processo e passam a controlá-la como forma de redução de falhas e aumento da confiabilidade e isso é muito mais efetivo que simplesmente eliminar o defeito. Segundo este mesmo autor o sucesso do Seis Sigma frente a outras estratégias de negócio se deve ao fato de que ele efetivamente proporciona resultados muito mais significativos ao relacionar os esforços de melhoria aos aspectos de ganhos efetivos.

Todo trabalho é um processo, todo processo tem variabilidade e todos os processos dispõem de dados que explicam sua variabilidade, entende Smith (2003). De acordo com este raciocínio pode-se admitir que o processo de transporte e seus sub-processos, também podem ser considerados como processos empresariais que podem usufruir os benefícios do uso do Seis Sigma, o que foi relevante para o aumento da eficiência operacional atingido através da implementação deste procedimento metodológico Seis Sigma na Empresa Y, que visou aumentar produtividade, reduzir atrasos de abastecimento, e criar um ambiente organizacional onde todos com os recursos disponíveis pudessem ser otimizados reduzindo os desperdícios (incluindo-se o desperdício financeiro) e variações de processos. O referido procedimento seguiu basicamente três etapas de acordo com a teoria estudada, formação da equipe, escolha do projeto e aplicação do procedimento metodológico seis sigma. Os resultados estão descritos nos itens que seguem.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este estudo tem como objetivo demonstrar um procedimento metodológico para aplicação do modelo DMAIC da metodologia Seis Sigma no processo de paletização de cargas, visando o aumento da eficiência operacional em uma empresa do PIM.

1.1.2 Objetivos Específicos

Apresentar os principais conceitos de logística de transporte, das ferramentas de gestão da qualidade e ferramentas do Seis Sigma;

Descrever o modelo DMAIC do procedimento metodológico Seis Sigma;

Demonstrar a aplicação do modelo DMAIC no processo de paletização de cargas por meio de um estudo de caso em uma Indústria de Bebidas do Pólo Industrial de Manaus (PIM);

Demonstrar os resultados obtidos por meio da aplicação prática do procedimento metodológico DMAIC.

2. GESTÃO DA QUALIDADE

A fundamentação teórica foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica, com objetivo de obter informações que embasem os conceitos da qualidade, de logística e das ferramentas utilizadas na metodologia Seis Sigma.

2.1. A QUALIDADE

Segundo Yong e Wilkinson (2002) a qualidade, em suas múltiplas dimensões – excelência, valor, conformidade com especificações, atendimento e superação dos anseios do cliente – já era conhecida e praticada desde os primórdios da civilização, com indícios encontrados em pinturas em túmulos egípcios, ou pelos chineses, que já usavam instrumentos de medição, como compasso, esquadro e padrões de comprimento em torno do século 20 a.C.

O termo qualidade é definido por diversos autores sob pontos de vista distintos caracterizados pela história, pela cultura, pelo desenvolvimento econômico e social e pelo enfoque abordado. Segundo Garvin (1992), qualidade é um conceito notavelmente subjetivo, de fácil visualização, mas exasperadamente difícil de se definir. Juran (1990) afirma que a palavra qualidade tem múltiplos significados e seu uso é denominado por dois desses significados: A qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e dessa forma proporcionam a satisfação em relação ao produto. A qualidade é a ausência de falhas.

Para Crosby (1990) qualidade significa conformidade aos requisitos. A norma NBR ISO 9000: 2000 define qualidade como sendo o grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos. Deming (1982) define qualidade como sendo aperfeiçoamento contínuo e firmeza de propósitos, objetivando as necessidades, presentes e futuras, dos clientes. Já para Ishikawa (1993) qualidade é fabricar produtos mais econômicos, mais úteis e sempre satisfatórios para o consumidor.

Na década de 20 introduz-se o conceito do controle de qualidade, pela análise da variação estatística das variáveis críticas do produto, com trabalhos pioneiros realizados pelo Bell Laboratories. Shewhart publica em 1931 o livro “Economic Control of Quality of Manufactured Product”, que introduz pela primeira vez um cunho científico à disciplina da Qualidade. Shewhart, ao ser citado por Yong e Wilkinson (2002, p.107) introduz o conceito de que “variabilidade era uma preocupação em qualquer processo produtivo.”

Para Campos (1992) em função de sua abrangência, a Qualidade envolve e está presente em todas as funções e áreas de uma organização. Campos (1992) afirma que uma empresa honesta só pode sobreviver dentro de uma sociedade se for para contribuir para a satisfação das necessidades dos clientes, dos seus empregados, acionistas, e dos vizinhos da empresa. Sendo o primeiro desses itens, o seu objetivo principal, o qual pode ser atingido pela prática do Controle da Qualidade Total (CQT)

2.1.1 Princípios da Qualidade

Para Leach (1996) os princípios mais difundidos da qualidade são os 14 de W. Edwards Deming.

Segundo Deming (1982) os 14 princípios da qualidade são:

1) Criar constância de propósitos para melhoria de produtos e serviços. Isso significa que a organização deve fazer investimentos, buscar a melhora contínua, estabelecer seus valores, sua visão e sua missão para poder guiá-la a seus objetivos, isto é uma perspectiva de longo prazo.

2) Adotar a nova filosofia. Este ponto sugere uma nova forma de ver o cliente, tanto os internos quanto os externos, pois antes as empresas olhavam somente para sua produtividade. Os erros são inaceitáveis. Fornecedor não tem qualidade porque troca o material defeituoso. Tem qualidade quando seu material vai diretamente para a linha de produção. A qualidade deve ser a nova filosofia.

3) Suspender a dependência da inspeção em massa. Os trabalhadores devem ser responsáveis por seus problemas e não passá-los adiante para as outras linhas de produção. Os administradores devem focar-se para reduzir os defeitos e variações de processo. A qualidade não é fruto da inspeção, mas do aperfeiçoamento do processo.

4) Acabar com a prática de negociar apenas com base no preço. Os administradores e os departamentos de compras das empresas não podem comprar apenas com base no preço, pois o preço não tem sentido algum sem uma medida da qualidade do que está sendo comprado. Trabalhar com um só fornecedor no desenvolvimento de um item requer tanta capacidade e mão de obra que é inimaginável que se possa levar a cabo o desenvolvimento com dois. É importante desenvolver com os fornecedores uma relação de longo prazo baseada em lealdade e confiança.

5) Melhorar sempre e constantemente o sistema de produção e serviços. O aperfeiçoamento não se dá de uma só vez. A administração é obrigada a melhorar

continuamente. Qualidade deve ser introduzida até mesmo antes do projeto, durante a própria concepção. Começar depois implica em mudanças e essas provocam custos e atrasos.

6) Instituir o treinamento. O funcionário precisa conhecer exatamente qual é o seu trabalho e como obter qualidade na sua execução. É indispensável que todos conheçam os princípios e as ferramentas básicas da qualidade e sejam estimulados a adotá-los e utilizá-los no desempenho de suas tarefas.

7) Adotar e instituir a liderança. A função do administrador é liderar, ajudar as pessoas a trabalhar cada vez melhor. Cabe à administração descobrir e remover as barreiras que impedem os empregados de se orgulhar do que fazem.

8) Afastar o medo. As pessoas precisam se sentir seguras quanto ao emprego e suas funções. Devem ter consciência de que o interesse da empresa está no aperfeiçoamento dos processos e nunca na descoberta dos culpados. Perguntar e sugerir deve ser um ato natural, livre de constrangimentos. O medo inibe a participação e esconde problemas.

9) Derrubar as barreiras entre as áreas de apoio. Departamentos com objetivos diferentes ou conflitantes e com baixo nível de comunicação prejudicam as operações. É indispensável à constituição de equipes interdepartamentais e a administração é responsável por isso.

10) Eliminar slogans, exortações e metas entre os empregados. Slogans e exortações não geram competência ou qualidade. Ninguém se torna mais capaz como consequência da fixação de cartazes “empregado contente é empregado competente”. Metas numéricas são inúteis se não ficar claro como chegar lá. E se houver o método e os recursos não há porque fazer alarde.

11) Eliminar as cotas numéricas. Toda cota baseada na média provoca, imediatamente, que muitos empregados fiquem abaixo da cota. O importante é melhorar continuamente.

12) Remover as barreiras ao orgulho da execução. O indivíduo gosta de ser apreciado pelo que faz e gosta de fazer seu trabalho com perfeição. É importante, portanto, que tenha todas as informações e apoio necessário e que haja retorno da administração sobre o seu desempenho.

13) Instituir um sólido programa de treinamento e educação. O treinamento é essencial, mas é de alcance limitado. Os funcionários só crescem sozinhos quando têm educação formal suficiente para isso.

14) Agir no sentido de concretizar a transformação. A administração tem que se organizar como equipe para colocar em prática os outros 13 pontos. Uma sugestão é adotar o

ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act). É a aplicação contínua e sistemática do ciclo de Shewhart que leva à melhoria constante dos métodos e procedimentos. Além da aplicação do PDCA, todos devem compreender que o fato essencial para a transformação é o direcionamento do trabalho de todos para os clientes internos e externos. É a satisfação dos clientes que irá garantir o sucesso.

A década de 80 foi bastante propícia para a difusão dos conceitos da qualidade, graças a notoriedade das obras de importantes pensadores, tais como: Kaoru Ishikawa, Philip B. Crosby, Joseph M. Juran, Armand Feigenbaum e W. Edward Deming. A importância destes pensadores foi que eles contribuíram para a formação da ideia do TQM, que é uma forma de pensar e trabalhar com a preocupação voltada para o atendimento das necessidades e expectativas dos consumidores. Slack *et. al.* (1999) constatam que o TQM deslocou o foco no que diz respeito a qualidade, que, de uma ideia puramente operacional, passa a ser vista como uma responsabilidade da organização como um todo. Por esta razão, o TQM pode ser considerado uma evolução dos conceitos da qualidade desde o da Inspeção até o da Administração da Qualidade Total.

2.1.2 CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL E GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL

Surtem as equipes de inspeção, principalmente com o esforço de guerra, quando houve o advento de técnicas estatísticas de controle, que visavam aumento de eficiência do trabalho e redução de perdas. As tarefas de inspeção eram limitadas ao chão-de-fábrica. No período do pós-guerra houve a evolução para a garantia da qualidade, quando se identificou que a inspeção do processo produtivo não era suficiente para garantir a qualidade requerida.

Era necessário ampliar o conceito de qualidade para o projeto, aquisição e definição dos requisitos do cliente. O conceito de Controle de Qualidade Total (CQT) foi introduzido na década de 60 e de acordo com Feigenbaum (1983) consiste em um sistema efetivo para integrar o desenvolvimento da qualidade, manutenção da qualidade e esforços de melhoria de qualidade dos vários grupos de uma organização para permitir produção e serviço aos níveis mais econômicos, para permitir total satisfação do cliente.

Neste período passam a ser avaliados o custo da qualidade (ou custo da não qualidade), instituídas metas agressivas (Zero Defeito) e os conceitos de engenharia de confiabilidade. O termo “Controle da Qualidade Total” (CQT) evoluiu no início da década de 80 para a Gestão da Qualidade Total (GQT). Uma série de autores participou do desenvolvimento da Qualidade neste período, com contribuições relacionadas com a responsabilidade da alta administração, técnicas estatísticas de amostragem e controle, análise

e resolução de problemas, estruturas administrativas, identificação das necessidades dos clientes, desenvolvimento e gerenciamento de fornecedores e principalmente a importância da qualificação e motivação do pessoal.

Segundo Reed, Lemak e Mero (2000) o CQT corretamente implementado pode gerar vantagem competitiva sustentável, baseada em diferenciação e custo, e pela sua complexidade inerente, pode gerar barreiras para imitação que são necessárias para a sustentação destas vantagens competitivas. Segundo os autores, a criação de vantagens está relacionada com o conteúdo, ou com os aspectos relacionados com satisfação do cliente, desenvolvimento de produto, gerenciamento e desenvolvimento de pessoal e liderança, ao passo que a sustentação da vantagem competitiva se relaciona com o processo de implantação do GQT.

Ainda os mesmos autores contemplam que existe muito mais em aspectos relacionados com a implementação e manutenção do sistema de qualidade do que com seu conteúdo, ou seja, para obter sucesso na sua implementação e manutenção, é mais importante identificar a cultura apropriada, treinar e liderar adequadamente as pessoas certas dentro de uma equipe, e considera que o entendimento tácito destes fatores, junto com a simplificação da complexidade de sua interação são os que levam as vantagens competitivas sustentáveis.

Também é lembrado que o comprometimento da alta administração é necessário, liderando através de exemplos, proporcionando treinamento e educação e apoiando o ambiente em que o trabalho em times aconteça. Lembram que se a implantação do GQT fosse fácil, todas as organizações já o teriam implantado.

Neste aspecto, Reed, Lemak e Mero (2000) traçam um paralelo com Prahalad e Hamel (1990), ao identificar que a Qualidade pode gerar uma vantagem competitiva sustentável, em função de ser complexa e, logo, de difícil imitação. Os pontos em comum dos inspiradores e criadores do GQT são: direcionamento para o cliente, apoio da alta administração, promoção do trabalho em equipe, embasamento em treinamento e redução de custo como resultado. Quando estes pontos são atendidos, ocorre mudança de cultura e tornam-se permanentes.

2.2. SEIS SIGMA

De acordo Folaron (apud Tonini 2006), o Seis Sigma não é uma revolução no modo de pensar tampouco provê um conjunto novo de ferramanetas e técnicas. É uma evolução na forma de entender a melhoria continua, que combina vários dos melhores elementos do GQT, de forma rigorosa, disciplinada e clara.

Harry e Schoroeder (2000) entendemo Seis Sigma como o processo de negócio que permite as empresas alcançar ganhos financeiros significativos por meio do desenvolvimento e do monitoramento das demais atividades do negócio, minimizando os desperdícios e aumentando a satisfação dos clientes.

2.2.1 Por que Seis Sigma

O Seis Sigma não é apenas uma aproximação estatística para medir a variação, segundo Basu (2003) é um processo e uma cultura para conseguir a excelência operacional. Segundo pesquisa de Turner (1998 apud BASU 2003) toda a iniciativa da qualidade precisa de ser reinventada em intervalos regulares para manter o nível do entusiasmo elevado.

As características do Seis Sigma, segundo Basu (2003) são:

- A ênfase em técnicas estatística e medições;
- Planos de treinamento em níveis diferentes (Champion, Master Black Belt, Black Belt e Green Belt);
- Técnicas de solução de problemas seguindo um método disciplinado dividido em fases tais como DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar);
- Reforço de princípios de Juran, tais como a liderança da alta gerência, a instrução continuada e a plano anual de economia;
- Os efeitos estão determinados em economias reais (ao contrário do TQM, onde era dito frequentemente que não podia medir os benefícios).

Este último ponto, a quantificação de economias reais, é uma das principais razões para adesão ao Seis Sigma. É geralmente possível medir o custo da baixa qualidade e relacioná-lo ao custo de vendas (BASU, 2003).

Segundo Werkema (2002) Seis Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa que tem como objetivo aumentar drasticamente a lucratividade das empresas por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores.

Esta autora afirma que o Seis Sigma não envolve essencialmente nada de novo: as ferramentas estatísticas utilizadas já eram conhecidas e parte do arsenal da qualidade para eliminação dos defeitos. É a abordagem Seis Sigma e sua forma de implementação que justificam seu sucesso. A autora aponta os principais responsáveis por este sucesso:

1. Comprometimento pela alta administração da empresa;
2. Uso de método estruturado para solução de problemas, como DMAIC;
3. Mensuração direta dos benefícios do Seis Sigma em termos de lucratividade;

4. Foco na satisfação dos clientes;
5. Busca da redução da variabilidade dos processos;
6. Aplicação da metodologia a processos administrativos e transacionais, e não apenas a manufatura e procedimentos técnicos.

2.2.2 Origem do Seis Sigma

No final da década de 1970, a Motorola deu início à utilização da metodologia Seis Sigma, por estar perdendo participação no mercado. Num estudo de investigação, ficou evidente que a qualidade de seus produtos não satisfazia os requisitos de seus clientes. Para reverter essa situação, foi adotado um programa de “administração participativa”, em que a iniciativa era baseada em times, desenvolvendo atividades em conjunto. As origens da ferramenta Seis Sigma estão em um esforço empreendido pela Motorola, a partir de 1979, de desenvolver um programa de treinamento que fosse capaz de ser compreendido e absorvido por sua força de trabalho. O programa de treinamento foi resposta à solicitação de Bob Galvin, filho do fundador da Motorola e, então presidente da empresa, depois de outras duas tentativas frustradas de melhorar a qualificação do pessoal da Motorola. A Motorola University, que nasceu com o nome de ‘Motorola Training and Education Center’ foi criada em 1980 (BALDWIN *et al* 1997).

Wiggenhorn (1990) descreve detalhes do esforço de treinamento da Motorola a partir de 1979. Na época, a forma de treinamento estava baseada em aulas expositivas que cobriam matemática, descrição de funções, análise e solução de problemas. Não havia uma forma sistemática de comparar os resultados dos treinamentos.

Ainda o mesmo autor ressalta que no processo de reprojeter o método de treinamento, a Motorola descobriu que boa parte de seu pessoal era analfabeta e não conseguia entender instruções simples relacionadas com o processo. Também era baixo o interesse pelos cursos oferecidos. A Motorola tentou sensibilizar seus altos executivos para a importância de priorizar ações relacionadas com a qualidade, igualmente sem sucesso. Ficou claro que todos deveriam ser envolvidos e educados para que a mudança fosse efetivamente implantada. Era necessário que o pessoal efetivamente entendesse seu trabalho e o equipamento utilizado. Propiciando um aprendizado de forma participativa, não apenas pela experiência ou por tentativa e erro, mas que houvesse comunicação entre os níveis hierárquicos e entre os departamentos. O diagnóstico resultou que era necessária uma transição de treinamento para educação.

Nesta época, a Motorola decidiu treinar todo o seu pessoal, 105.000 pessoas, que além de conhecimentos de controle estatístico de processo e formas de reduzir o ciclo de produção dos produtos aprendeu também sobre tomada de riscos e competitividade global. A meta era proporcionar uma sistemática que educasse e sensibilizasse o pessoal para que pudesse entender seu processo e local de trabalho, identificar e resolver pequenos problemas e se necessário, comunicar efetivamente com as áreas de apoio para resolver problemas complexos e propor melhorias. Também era necessário que toda organização estivesse disponível para apoiar esta nova demanda gerada pela força de trabalho. O programa inicial era composto de cinco partes: Controle Estatístico de Processo (CEP); Solução de Problemas; Métodos de Apresentação, para permitir comunicação entre chão-de-fábrica e áreas de apoio e gerências; Condução de Reuniões e Estabelecimento de Metas – como definir objetivos e acompanhá-los (DENSFORD, 1999).

A Motorola University foi criada conforme Densford (1999) com o propósito de ajudar a corporação a criar uma cultura de qualidade através de treinamento baseado em habilidades e solução de problemas, e que passou a colocar ênfase em educação e vivência de situações de aprendizagem a partir de 1985. Uma das missões da Motorola University é de ser o agente de mudança dentro da corporação. Outros acontecimentos ocorreram depois da criação da Motorola University e contribuíram para a criação do Seis Sigma.

Belohlav (1993) descreve que foi em 1982 que aconteceu o evento que convenceu o então presidente da Motorola, George Fisher (Bob Galvin era presidente do Conselho), de que iniciativas de qualidade além de reduzirem custo podem ser as ações mais efetivas para redução de custo.

De acordo com Belohlav I (1993), foi em 1986 que os estatísticos da Motorola Bill Smith e Mikel Harry lideraram a criação do nome Seis Sigma e sua nomenclatura em resposta a reclamações de clientes aos produtos da Motorola. O Seis Sigma foi popularizado com o lançamento do programa de melhoria de qualidade “Six Sigma Quality Program” em 1987, o que levou a Motorola a obter a premiação do “Malcolm Baldrige National Quality Award” em 1988, o que por sua vez gerou ao mesmo tempo publicidade para a ferramenta, sua replicação e adoção por outras organizações. (HARRY & SCHROEDER, 2000; BARNEY, 2002).

2.2.3 Conceito e Objetivo do Seis Sigma

O conceito de Seis Sigma foi desenvolvido na década de 80 pela Motorola, como instrumento para aumentar a produtividade e a qualidade de seus produtos, ameaçados por concorrentes estrangeiros mais eficientes. (KUMPERA, 1999; MARASH, 2000).

Durante meados dos anos 80, a Motorola uniu forças com várias outras Companhias, incluindo a ABB (Asea Brown Boveri), AlliedSignal, Kodak, IBM, e Texas Instruments para fundar o Instituto de Pesquisa de Seis Sigma. Esta iniciativa deu início a expansão e comercialização do processo de obtenção da capacidade Seis Sigma. (BRASSARD *et al*, 2002).

Sigma é uma letra grega utilizada pela estatística para definir o desvio-padrão de uma população. Mede a variabilidade ou distribuição dos dados (PANDE, NEUMAN e CAVANAGH, 2001). Pode-se definir Seis Sigma como um conceito estatístico que representa a quantidade de variação presente em um processo com relação aos requerimentos dos clientes ou especificações. Quando um processo opera no nível Seis Sigma, a variação é tão pequena que os produtos e serviços resultantes do processo são 99,9997% livres de defeitos. Seis Sigma é normalmente denotado de várias formas. Pode ser escrito como “ 6σ ”, “6 Sigma” ou “6s” (BRASSARD *et al*, 2002, p.1).

Na definição da *General Electric* (GE), o Seis Sigma tem a função de satisfazer completamente – com lucratividade – as necessidades dos clientes, o que se traduz em acertar “o alvo” por eles estabelecido, com mínima variação (WERKEMA, 2006). Segundo Jack Welch, “para eliminar a variação, o Seis Sigma exige que a empresa descosture todas as suas cadeias de fornecimento e distribuição, assim como o projeto de seus produtos. O objetivo é remover qualquer elemento que possa causar desperdício, ineficiência ou aborrecimento para os clientes, como consequência de sua imprevisibilidade” (WERKEMA, 2006).

Um processo Seis Sigma apresenta comportamento normal com um nível de 99,9999998% (2 falhas por um bilhão de oportunidades), quando centralizado. Mas devido a constantes mudanças em variáveis, aceita-se empiricamente que a média das observações tenha uma descentralização máxima de 1,5 desvios-padrão a partir da especificação nominal, o que leva a 99,999660% de conformidade de 3,4 partes por milhão. (MORGAN; JONES, 2006).

Para Setec (2006) o Seis Sigma é um indicador de desempenho, o qual descreve a capacidade de um processo, produto ou serviço, atender consistentemente a expectativas ou requisitos definidos do cliente. Ele informa o seu desempenho com relação às especificações do cliente, tem o foco na medição de defeitos e é um indicador comum, o qual faz, com maior facilidade, comparações sobre produtos, serviços e processos.

Segundo Setec (2006) as definições básicas para cálculo do Seis Sigma são:

1. Unidade: Item produzido, comprado ou experimentado;
2. Defeito: Evento que não atende a uma especificação do cliente;

3. Defeituoso: Unidade com um ou mais defeitos;
4. Oportunidade de Defeito: Probabilidade que um defeito ocorra;
5. DPMO: Defeitos por Milhão de Oportunidades;
6. Rendimento do Processo (Yield): Proporção de unidades não-defeituosas produzidas pelo processo. A descrição destes indicadores está na Tabela 1.

Sigma do Processo: Expressão do rendimento do processo baseada no número de defeitos por milhão de oportunidades (SETEC, 2006).

Tabela 1 - Três indicadores usados no Seis Sigma

| Rendimento do Processo | DPMO | Sigma do Processo |
|-----------------------------------|-------------|------------------------------|
| 30,9% | 691462 | 1,0 |
| 69,1% | 308538 | 2,0 |
| 93,38% | 66807 | 3,0 |
| 99,977% | 6210 | 4,0 |
| 99,99966% | 3,4 | 6,0 |

Fonte: Setec, 2006.

O Seis Sigma tem como objetivo, a partir de um enfoque dos processos, utilizar uma abordagem sistemática para reduzir falhas que afetam aquilo que é considerado crítico para o cliente, aumentando sua satisfação e reduzindo custos. “A partir dos clientes é que a empresa define a qualidade necessária para determinado produto, se os seus preços são competitivos, quanto tempo o cliente aceita esperar para obter o produto desejado etc.” (BREYFOGLE *et al*, 2001).

Segundo Linderman *et al* (2003 apud COSTA 2006, p.2) “Seis Sigma foi o caminho que a Motorola teve para expressar a qualidade em atingir 3,4 defeitos por milhão de oportunidades”.

Para Blauth (2003) a estratégia Seis Sigma é uma extensão dos conceitos da Qualidade Total com foco na melhoria contínua dos processos, iniciando por aqueles que atingem diretamente o cliente. A estratégia Seis Sigma não é uma proposta inovadora. Ela aproveita todas as iniciativas de qualidade que estão em andamento ou que já foram implantadas na instituição, harmonizando-as e estabelecendo metas desafiadoras de redução de desperdício. A metodologia Seis Sigma é uma estratégia que fornece uma série de intervenções e ferramentas estatísticas que podem levar a um ganho em lucratividade, diminuição de custos e ganhos em qualidade, desaguando na satisfação de clientes e consumidores.

O Seis Sigma deve ser baseado no conhecimento do cliente e nos principais indicadores de desempenho que preencham esses requisitos. Entender o que o cliente acha

“crítico para a qualidade” é a base para o sucesso de qualquer iniciativa de Seis Sigma (SPANYL; WURTZEL, 2004).

O Seis Sigma baseia-se em muitas das idéias de gestão e melhores práticas do século passado, criando uma nova fórmula para o sucesso dos negócios no século XXI Pande, Neuman e Cavanagh (2001). Os autores colocam ainda: “Não se trata de teoria, mas de ação”. Seis Sigma pode ser considerada então, como uma estratégia gerencial de mudanças e enfoca principalmente a variação do resultado a que o consumidor tem acesso. Dessa forma, tem a característica de ser uma ferramenta mais quantitativa de avaliar os resultados de um processo e a sua qualidade por meio da medição do valor da variação encontrado no resultado do processo. O que o diferencia de outros programas de melhoria da qualidade é a ênfase na tomada de decisões baseadas em dados e fatos e não nas experiências individuais.

2.2.4 A Estrutura da Equipe Seis Sigma

Para que o sucesso esperado seja alcançado depende inteiramente do envolvimento das pessoas que dirigem a organização (top down) de um corpo de especialistas (belts) e da conscientização de todos os demais. Por esta razão e porque a filosofia Seis Sigma é buscar resultados rápidos é necessária uma considerável mobilização de pessoas e funções, constata Rotondaro (2002).

Este autor ressalta que treinar os colaboradores na metodologia Seis Sigma é fundamental para uma empresa conseguir melhorar os seus processos.

Segundo Eckes (2001) a nomenclatura usada para os membros da equipe de Seis Sigma foi estabelecida baseando-se nas graduações usadas nas artes marciais. Para este autor as equipes dos projetos Seis Sigma, geralmente, possuem as seguintes composições:

- Equipe de Liderança
- O Patrocinador ou Campeão da Equipe.
- Consultor da Equipe (Master Black Belt ou Mestre Faixa preta).
- Líder da Equipe (Black Belt ou Faixa-preta).
- Green Belt ou Faixa-verde.
- Membros da Equipe.

A figura 1 mostra como interagem as diversas funções de uma equipe:

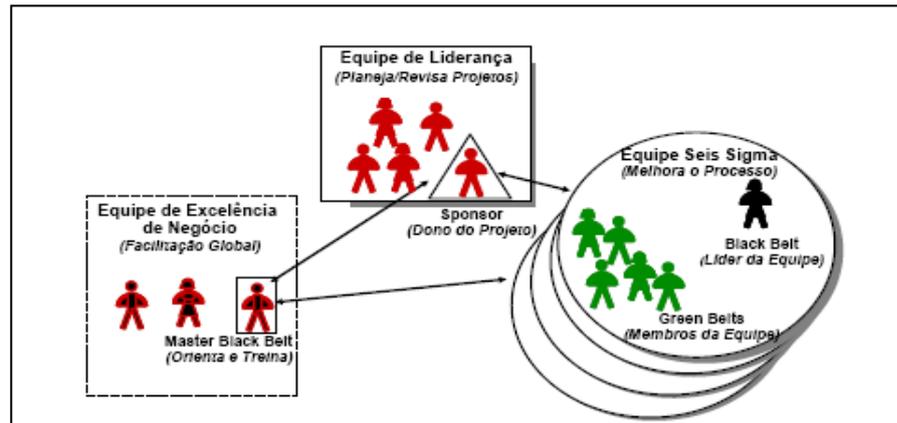


Figura 1- Estrutura da Equipe Seis Sigma
 FONTE: Setec, 2006

2.2.4.1 Equipe de Liderança

Segundo Adams *et al* (2003 apud SAMIR, 2006) equipe de liderança equivale ao conselho executivo da qualidade, conceito desenvolvido no final da década de 1980 e responsável pela estratégia da organização, a equipe de liderança é um fórum onde os executivos podem discutir, planejar, deliberar e aprender com a iniciativa da qual são responsáveis. Estão entre suas responsabilidades; estabelecer a estrutura para a iniciativa Seis Sigma; selecionar projetos e alocar recursos; rever o progresso dos projetos periodicamente, oferecendo idéias e ajuda; patrocinar a execução dos projetos selecionados; ajudar a quantificar o impacto dos projetos; e aplicar as lições aprendidas ao estilo individual de gerenciamento (PANDE et al, 2001).

Adams et al (2003 apud SAMIR 2006) sugere que a equipe de liderança deve definir de forma clara o macro processo principal da organização; desenvolver descrição completa dos fatores que determinam a satisfação dos clientes para os produtos e serviços; desenvolver sistema de medição de performance e estabelecer diretrizes para a priorização de projetos de melhoria.

2.2.4.2 O Patrocinador ou Campeão da Equipe

Geralmente o patrocinador ou campeão da equipe é o dono do processo que, como membro do grupo da gestão de processo do negócio, conseguiu que este projeto fosse selecionado. O patrocinador da equipe possui diversas responsabilidades. Selecionar os membros da equipe; Gerar a orientação estratégica para a equipe, mostrando aos seus membros o porquê deste grupo ser formado e quais os objetivos estratégicos que poderão ser

impactados se o projeto for realizado com sucesso e estabelecer o que um projeto bem-sucedido obterá. O patrocinador vai estabelecer o escopo geral do projeto, para que o grupo entenda o que deve ser trabalhado e, principalmente, o que deve ser evitado (ECKES, 2001).

Para Pande *et al* (2001) o patrocinador ou campeão pode ser um gerente Sênior, que vai supervisionar um projeto de melhoria, responsabilidade que requer equilíbrio, uma vez que as equipes precisam tomar as suas próprias decisões, mas, também necessitam de orientação dos líderes da empresa para direcionarem seus esforços.

Eckes (2001) sugere duas principais responsabilidades para o patrocinador. Ele será responsável pela remoção de obstáculos que possam atrapalhar o sucesso do grupo, e tomar as principais decisões do grupo com relação às soluções que serão geradas a partir do trabalho do grupo durante a etapa da melhoria do modelo.

2.2.4.3 Consultor da Equipe (Master Black Belt ou Mestre Faixa preta)

Segundo Eckes (2001) O Mestre Faixa Preta normalmente não é um membro em tempo integral da equipe. Esta pessoa equivale a um consultor interno de qualidade, que possui grandes conhecimentos, habilidades e técnicas para auxiliar tanto o faixa preta, quanto o faixa verde. Ele é aquele que ajuda a disseminar a metodologia do Seis Sigma na organização, responsabiliza-se pela criação de mudanças na organização; ajuda os patrocinadores na escolha e treinamento de novos projetos de melhoria; oferece liderança técnica no preparo do Seis Sigma.

2.2.4.4 Líder da Equipe (Black Belt ou Faixa-Preta).

O faixa-preta trabalha sob coordenação do *Master Black Belt* (Mestre Faixa Preta). Segundo Eckes (2001), ele tem diversas responsabilidades, primeiro ele é responsável pelo gerenciamento tático do trabalho que está sendo conduzido pelo grupo. Ele coordena tarefas de acordo com os cronogramas previamente estabelecidos e mantém um vínculo permanente com o patrocinador, eles devem possuir características tais como: iniciativa, entusiasmo e habilidades de relacionamento interpessoal e comunicação. Ele atua como uma espécie de consultor para os faixas-verde.

2.2.4.5 Green Belt ou Faixa-verde

São normalmente selecionados entre o nível de coordenação e supervisão da organização e executam o Seis Sigma como parte de suas atividades diárias e possuem duas tarefas principais: auxiliar os faixas pretas na coleta de dados e no desenvolvimento de experimentos e liderar pequenos projetos de melhoria em sua área de atuação. Eles coordenam

tarefas de acordo com os cronogramas previamente estabelecidos. O treinamento pelo qual o faixa verde passa é mais simplificado do que os que os faixas pretas passam em relação ao uso das ferramentas da metodologia (ECKES, 2001).

2.2.4.6 Membros da Equipe

Os membros da equipe são selecionados com base nas competências técnicas em relação ao projeto. O Quadro 1 apresenta uma sugestão e treinamento dos papéis:

Quadro 1 - Sugestão para Treinamento dos Papéis

| Papéis | Qualificações | Treinamento |
|--|---|---|
| Equipe de Liderança Campeões Patrocinadores | Familiaridade com ferramentas estatísticas básicas e avançadas | Uma semana de treinamento |
| Mestre Faixa Preta | Maestria na utilização das ferramentas estatísticas básicas e avançadas | Duas sessões de uma semana de treinamento específico, além do treinamento para Faixa Preta |
| Faixa Preta | Maestria na utilização das ferramentas básicas da estatística | Quatro sessões de uma semana de treinamento com intervalos de três semanas para condução de projetos |
| Faixa Verde Faixa Branca | Familiaridade com as ferramentas básicas da estatística | Duas sessões de três dias de treinamento com intervalos de três semanas para participação em projetos |

Fonte: Adaptado de Harry e Schroeder, 2000.

Os membros da equipe devem possuir conhecimento na metodologia Seis Sigma e dos processos onde o projeto está sendo implementado. Sua maior responsabilidade reside na implementação das etapas do projeto Seis Sigma. (ECKES, 2001). Samir (2006) contempla que todos os profissionais envolvidos no Seis Sigma precisam ter conhecimento sobre as ferramentas e métodos estatísticos, ainda que com um nível de proficiência diferenciado. A equipe de liderança, por exemplo, deve ser capaz de interpretar os conceitos estatísticos do Seis Sigma, mas não precisam ser especialistas como os Black Belts.

2.3 DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar)

A metodologia (DMAIC) mostrada na Figura 2, incorpora as seguintes fases: definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Uma organização identifica uma área de problema, mede-a, identifica sua causa-raiz, implementa soluções para tratar essas causas e finalmente avalia e controla as melhorias (SPANYL, 2004; WURTZEL, 2004).

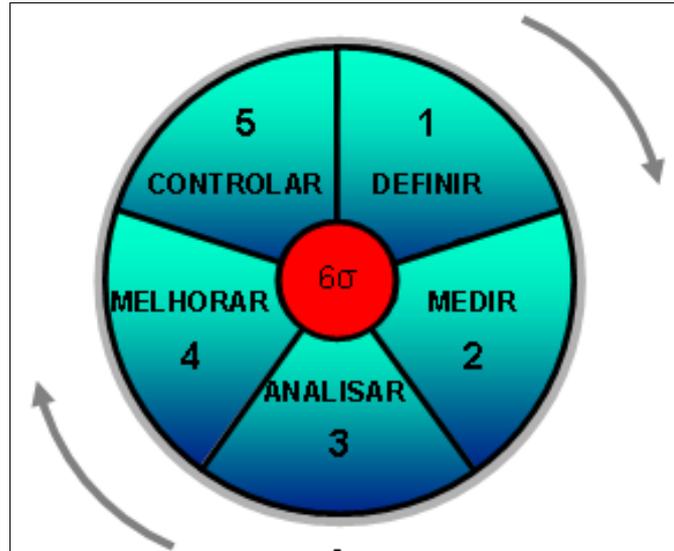


Figura 2- Ciclo DMAIC
 FONTE: Setec, 2006.

Para Rechulski (2004) a metodologia DMAIC é uma versão do Seis Sigma para melhoria de processos que utiliza amplamente a estatística tradicional de controle da qualidade em cinco fases bem definidas. Segundo Eckes (2001) o Seis Sigma utiliza duas metodologias principais, DMAIC e DMADV. A DMAIC é usado para um processo existente. DMADV é usado ao criar um novo produto ou um processo. Usando o DMADV para novos projetos cria-se processo mais estáveis e controláveis e os produtos gerados nestes processos são de melhor qualidade. Para a Setec (2006) usa-se o DMAIC quando há problema complexo ou recorrente, sem uma solução conhecida;

2.3.1 Definir

Nesta fase, definem-se formalmente os problemas, oportunidades, objetivos, inclusive de redução de custo e processo envolvido. São escolhidos processos-chave que afetam muito as expectativas do consumidor e cujos desempenhos podem comprometer profundamente o alcance das metas estratégicas da organização.

Para Setec (2006) nesta fase deve-se definir o objetivo, o escopo e as principais etapas do projeto, bem como delimitar o problema.

Segundo Brassard et al (2002 apud SILVA 2006 p. 62), as ferramentas mais comuns usadas na fase definir são:

1. Diagrama de afinidade - possibilita a equipe organizar e sumarizar os dados;
2. Charter - Documenta que o projeto pode ser implementado e que recursos são disponíveis para a equipe;

3. Plano de comunicação - a comunicação regular com os acionistas pode ajudar a equipe a compreender o trabalho, identificar as melhores soluções para os problemas;
4. Cartas de Controle - focaliza a atenção na detecção e monitoramento da variação do processo no tempo;
5. Árvore de CTQ - possibilita a equipe descrever as necessidades dos clientes e as características mensuráveis correspondentes;
6. Coleta de dados - os dados dos clientes ajudam à equipe a compreender o que é importante para o projeto;
7. Modelo Kano - ajuda a equipe compreender os requisitos dos clientes;
8. Gráfico de Pareto - auxilia a equipe a focalizar seus esforços nos problemas questão causando maiores dificuldades;
9. Gráfico de tendência - possibilita a equipe a estudar o desempenho do processo para identificar tendências no decorrer do tempo;
10. SIPOC - a análise do SIPOC (fornecedores, entradas, processo, saídas clientes) ajuda a equipe compreender os elementos-chaves do processo e definir os limites e o escopo do projeto;
11. Revisão (tollgate) - um processo de revisão formal que auxilie o acompanhamento do projeto e o sucesso do resultado do projeto;
12. $Y = f(x)$ - permite estruturar a relação entre os Y's (CTQ's), os x's (saída do processo afetando diretamente os Y's), e os x's (os fatores causais que afetam diretamente os y's).

2.3.2 Medir

Segundo Eckes (2001) nesta fase deve-se medir o desempenho atual do processo e diminuir a área do problema deve-se nesta fase obter os dados iniciais do processo focado e avalia-se a habilidade dos processos atuais em fornecer os produtos de acordo com as exigências e selecionam-se as variáveis do processo a serem mais bem analisadas.

Na fase medir deve-se priorizar a identificação das métricas válidas e confiáveis que auxiliarão no desenvolvimento de uma infra-estrutura de medição. Além de definir o que deve ser medido, nesta fase deve-se criar um plano de coleta de dados eficiente que possibilite ter uma visão geral de quem coletará e compilará os dados; quais formulários serão necessários; quantas observações ou itens serão necessários; com que frequência será preciso realizar medições; onde estão os dados e informações necessárias; quanto de recurso será necessário para obter os dados; como serão treinadas as pessoas; como o processo de medição será

monitorado; e o que deve ser mudado ou adaptado para facilitar a sistemática da medição (ECKES, 2001).

Para Brassard *et al* (2002) o objetivo desta fase é focar os esforços de melhoria, obtendo informações sobre a situação atual. Como saída desta fase devemos ter, uma visão melhor dos processos, quais são os pontos do processo que precisam de melhorias, ter informações reais dos processos e ter mais foco na definição real do problema. Nessa fase as ferramentas comumente utilizadas são:

1. Coleta de dados;
2. Fluxograma;
3. Histograma;
4. Análise de sistemas de medição;
5. Cartas de controle;
6. Definições operacionais;
7. Gráfico de Pareto;
8. Processo Sigma;
9. Gráfico de seqüência;
10. Função perda de Tagushi;
11. Revisão do projeto (Tollgate).

2.3.3 Analisar

Nesta fase deve-se analisar as causas-raiz potenciais e confirmá-las com os dados atuais do processo, Os dados são analisados para se determinar o desempenho e a capacidade sigma dos processos (SETEC, 2006).

Para Teixeira (2005) a ênfase nesta fase é a análise dos dados coletados e determinação das causas de defeitos e oportunidades para melhoria, identificando pontos de melhorias entre desempenho real e metas, bem como as fontes reais de variação dos processos. As atividades nesta fase incluem, ainda, a caracterização do nível sigma e a identificação das oportunidades para melhoria, juntamente, com objetivos quantitativos para cada oportunidade.

Brassard *et al* (2002) diz que nesta fase o objetivo principal é determinar as causas-raiz e confirma-las com dados e para isto as ferramentas utilizadas são:

1. *Brainstorming* (Chuva de idéias);
2. Definição final do problema;
3. Histograma;

4. Teste de hipótese;
5. Diagrama de causa e efeito;
6. Delineamento de experimento;
7. Diagrama de dispersão;
8. Diagrama de árvore;
9. Revisão do projeto (*Tollgate*);

2.3.4 Melhorar

Deve-se melhorar o processo desenvolvendo e testando soluções que tratem das causas-raiz, intervindo no processo para reduzir significativamente os níveis de defeitos. A melhoria do processo alvo é obtida através de projetos que englobem soluções criativas para fixar e prevenir problemas (SETEC, 2006).

Brassard *et al* (2002) fala que nesta fase é implementar soluções que elimine as causas-raiz dos problemas e para isto as principais ferramentas utilizadas são:

1. FMEA (Modo de falhas e seus efeitos) ferramenta de caráter preventivo permite tomar ações de contenção para reduzir ou eliminar riscos;
2. Histograma - comparando o antes e o depois, os histogramas mostram quanto de progresso tem sido alcançado;
3. Matriz de envolvimento - auxilia a equipe a pensar sobre quem deve estar envolvido nas diferentes etapas necessárias para fazer da mudança uma realidade, e qual nível de envolvimento é apropriado para eles;
4. Gráfico de Pareto - assim como os histogramas, o gráfico de Pareto é uma forma de ver objetivamente quanto de progresso tem sido obtido com o projeto;
5. Matriz de priorização - avalia as alternativas de soluções para um determinado problema;
6. Processo sigma - mostra a eficácia de qualquer solução através do cálculo o novo nível sigma do processo;
7. Diagrama de atividade/gráfico de Gantt - usado para acompanhar os planos de implementação;
8. Brainstorming (chuva de idéias) - possibilita a geração eficiente de um grande número de possíveis soluções;
9. Escala de comprometimento - auxilia na compreensão de como o trabalho deve ser feito para alcançar os níveis desejados de comprometimento;

10. Cartas de controle - nesta fase, essas cartas são usadas para mostrar o desempenho do passado e do presente de um indicador;
11. Gráfico de seqüência - tal como a carta de controle, este gráfico mostra se uma solução tem efeito real ou atrasado no processo;
12. Revisão do projeto (*tollgate*) - um processo de revisão formal que ajuda a manter o projeto atualizado e promover resultados satisfatórios.

2.3.5 Controlar

Segundo a Setec (2006) deve-se controlar o processo para manter os ganhos e a transição para a implementação completa, para isto usa-se o controle estatístico do processo (CEP) para manter as melhorias no desempenho. Esta etapa terá como resultados práticas de documentação para o novo método implementado, os treinamento para o novo método e um Sistema de Controle do Gerenciamento do Processo (PMCS) operacional para quem ficar responsável pela manutenção das melhorias conseguidas pelo projeto.

Brassard *et al* (2002) fala que nesta fase deve-se controlar os ganhos obtidos com a implementação das melhorias, padronizar os métodos de controle e estabelecer responsáveis pela manutenção da melhoria destes processos e para isto as ferramentas utilizadas são:

1. Plano de comunicação – ajuda a comunicar efetivamente o projeto ao resto da organização;
2. Cartas de controle – podem ajudar a quantificar continuamente a capacidade do processo e identificar quando eventos especiais interrompem as operações normais;
3. Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) – serve como um lembrete para pensar em melhoria como algo contínuo;
4. Cartas de gerenciamento de processo – documenta o PDCA – o plano para executar o trabalho, como verificar os resultados, e como atuar se algo indesejável ou inesperado surge;
5. Gráfico de tendência – monitora o progresso no decorrer do tempo após a finalização do projeto;
6. Revisão do projeto (*Tollgate*) – um processo de revisão formal que ajuda a manter o projeto atualizado e promover resultados satisfatórios.

2.4 DMADV (Definir, Medir, Analisar, Projetar (Desing) e Validar)

Segundo Werkema (2004) o DMADV, é uma forma estruturada de projetos, DFSS (Design for Six Sigma), onde deve-se definir claramente o novo processo ou produto a ser projetado, Medir as necessidades dos clientes e traduzi-las em CCQ's (Características Críticas para a Qualidade), Analisar, desenvolver conceitos, selecionar o melhor para o projeto, Projetar o processo ou produto detalhando o máximo possível, criando-se protótipos e realizando todos os teste necessários e deve-se preparar para a produção em pequena e larga escala. Validar, testar a viabilidade do projeto e lançar o novo produto ou processo.

Para a Brassard *et al* (2002) o DMADV deve ser usado para novos processos ou produtos, ou quando se vão fazer grandes modificações nos processos ou produtos já existentes.

2.4.1 Definir

Definir segundo Brassard (2002) nesta fase é identificado o que será projetado e os objetivos a serem alcançados, define-se claramente os planos do projeto, os planos para 57 gerenciamentos dos riscos, são distribuídas as regras e responsabilidades pelo projeto, bem como verifica-se a viabilidade do projeto. Para esta fase as ferramentas usadas são:

2.4.1.1 Ferramentas de análises de mercado:

1. Ferramentas de previsão de mercado;
2. Análise de valor para o cliente;
3. Tecnologia de previsão;
4. Análises competitiva

2.4.1.2 Ferramentas de análises de processos

1. Gráficos de Pareto;
2. Gráficos de Controle.

2.4.1.3 Ferramentas de tradicionais de planejamento e projetos

1. Gráficos de Gantt;
2. Diagrama de rede de atividades.

2.4.2 Medir

Para Brassard *et al* (2002) a etapa medir é o entendimento das necessidades e expectativas dos clientes relativas ao produto ou serviço que está sendo criado, para isto traduz-se a VOC (*voice of client* - voz do cliente) em características críticas para a qualidade

(CTQ – *Critical To Quality*) do projeto que, serão os objetivos do novo processo. Nesta fase as ferramentas usadas são:

1. Diagrama de árvore;
2. Plano de coleta de Dados;
3. Ferramentas de pesquisa do cliente, tais como entrevistas, grupos de focos, pesquisas;
4. Tabela de voz do cliente;
5. Tabela de Kano;
6. Plano de múltiplos estágios;
7. *Benchmarking*;
8. Diagrama de afinidade;
9. Matriz de Risco;
10. Revisão do projeto (Tollgate) – um processo de revisão formal que ajuda a manter o projeto atualizado e promover resultados satisfatórios.

2.4.3 Analisar

Na etapa analisar para Brassard *et al* (2002) deve-se escolher a melhor solução entre as possíveis alternativas de projeto, considerando as possíveis restrições, os projetos que melhor atendem a voz do cliente. As ferramentas utilizadas para isto podem ser:

1. *Brainstorming e Brainwriting*;
2. Analogias;
3. Matriz de Pugh;
4. Revisão do projeto (Tollgate) – um processo de revisão formal que ajuda a manter o projeto atualizado e promover resultados satisfatórios.

2.4.4 Projetar (Design)

Segundo Brassard *et al* (2002) esta etapa ocorre o desenvolvimento de alto nível do projeto ou produto detalhando o máximo possível, criando-se protótipos e realizando todos os teste necessários e deve-se preparar para a produção em pequena e larga escala para esta etapa as ferramentas usadas são:

1. Matriz QFD (*Quality Function Deployment* – Desdobramento da Função da Qualidade);
2. Simulação;
3. Protótipos;

4. FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis* – Modo de falhas e análises dos efeitos);
5. Ferramentas de planejamento;
6. Gráficos de gerenciamento de processos;
7. Revisão do projeto (*Tollgate*) – um processo de revisão formal que ajuda a manter o projeto atualizado e promover resultados satisfatórios.

2.4.5 Validar

Segundo Brassard *et al* (2002) nesta etapa a equipe vai testar e validar o projeto. A equipe irá monitorar o desempenho dos CTQ's do produto ou processo das seguintes ferramentas:

1. Ferramentas de planejamento;
2. Ferramentas de análises de dados tais como:
 - Cartas de controle
 - Diagrama de Pareto
 - Ferramentas de Padronização
 - Fluxogramas
 - Lista de verificação (*check list*)
 - Gráficos de Gerenciamento de Processo.

2.5 CÁLCULO DO SIGMA

Segundo Eckes (2001) Para cálculo do Sigma podemos utilizar dois métodos o método discreto ou o método contínuo. Para se usar o método discreto é necessário conhecer três itens sobre aquilo que está sendo medido:

1. Unidade - que é o produto ou serviço;
2. O defeito - qualquer evento que não atenda aos requisitos do cliente;
3. Oportunidade – chance de o defeito ocorrer.

O cálculo do sigma pelo método discreto pode ser demonstrado de acordo com a Equação 1 conhecida como Defeitos por Milhão de Oportunidades ou DPMO. Com o valor obtido nesta fórmula examina-se a tabela 2 e encontra-se o valor do sigma do processo. A fórmula para calcular o sigma de acordo com equação (1) é a seguinte:

$$\frac{\text{Número de defeitos}}{\text{Número de oportunidades} \times \text{Número de unidades}} \times 1000.000 \quad (1)$$

Veja o exemplo: Suponhamos que um hotel avaliou 520 pedidos de serviços de quarto, 3 tiveram atrasos no atendimento e 1 uma pessoa avaliou o serviço com uma nota 02, esta avaliação baixa vamos considerar como defeito. Considere que tínhamos 3 oportunidades de defeitos que eram: atrasos, baixa avaliação e pouca diversidade no cardápio. O cálculo do sigma de acordo com a equação (1) ficaria conforme segue:

$$\text{DPMO} = \frac{4}{(3 \times 520)} \times 1000.000 = 2564,1$$

Consultando a Tabela 2 verificamos que o desempenho sigma do processo é 4,3.

Tabela 2 - Desempenho Sigma do Processo

| Índice de Capacidade (CPK) | Sigma de Curto Prazo | Sigma de Longo Prazo | Rendimento YELD | DPMO | Defeitos por 100000 | Defeitos por 10000 | Defeitos por 1000 | Defeitos por 100 |
|----------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| 2 | 6 | 4,5 | 99,99966 | 3 | 0,34 | 0,034 | 0,0034 | 0,00034 |
| 1,97 | 5,9 | 4,4 | 99,99946 | 5 | 0,54 | 0,054 | 0,0054 | 0,00054 |
| 1,93 | 5,8 | 4,3 | 99,99915 | 9 | 0,85 | 0,085 | 0,0085 | 0,00085 |
| 1,90 | 5,7 | 4,2 | 99,9987 | 13 | 1,34 | 0,134 | 0,0134 | 0,00134 |
| 1,87 | 5,6 | 4,1 | 99,9979 | 21 | 2,1 | 0,21 | 0,021 | 0,0021 |
| 1,83 | 5,5 | 4 | 99,9968 | 32 | 3,2 | 0,32 | 0,032 | 0,0032 |
| 1,80 | 5,4 | 3,9 | 99,995 | 48 | 4,8 | 0,48 | 0,048 | 0,0048 |
| 1,77 | 5,3 | 3,8 | 99,993 | 72 | 7,2 | 0,72 | 0,072 | 0,0072 |
| 1,73 | 5,2 | 3,7 | 99,989 | 108 | 10,8 | 1,08 | 0,108 | 0,011 |
| 1,70 | 5,1 | 3,6 | 99,984 | 159 | 15,9 | 1,59 | 0,159 | 0,016 |
| 1,67 | 5 | 3,5 | 99,98 | 233 | 23,3 | 2,33 | 0,233 | 0,023 |
| 1,63 | 4,9 | 3,4 | 99,97 | 337 | 33,7 | 3,37 | 0,337 | 0,034 |
| 1,60 | 4,8 | 3,3 | 99,95 | 483 | 4,83 | 4,83 | 0,483 | 0,048 |
| 1,57 | 4,7 | 3,2 | 99,93 | 687 | 6,87 | 6,87 | 0,687 | 0,069 |
| 1,53 | 4,6 | 3,1 | 99,9 | 968 | 9,68 | 10 | 0,968 | 0,097 |
| 1,50 | 4,5 | 3 | 99,87 | 1350 | 135 | 13 | 1,3 | 0,13 |
| 1,47 | 4,4 | 2,9 | 99,81 | 1866 | 186 | 19 | 1,9 | 0,19 |
| 1,43 | 4,3 | 2,8 | 99,74 | 2555 | 255 | 26 | 2,6 | 0,26 |
| 1,40 | 4,2 | 2,7 | 99,65 | 3467 | 346 | 35 | 3,5 | 0,35 |
| 1,37 | 4,1 | 2,6 | 99,5 | 4661 | 466 | 47 | 4,7 | 0,47 |
| 1,33 | 4 | 2,5 | 99,4 | 6210 | 621 | 62 | 6,2 | 0,62 |
| 1,30 | 3,9 | 2,4 | 99,2 | 8198 | 819 | 82 | 8,2 | 0,82 |
| 1,27 | 3,8 | 2,3 | 98,2 | 10724 | 1072 | 107 | 10,7 | 1,1 |
| 1,23 | 3,7 | 2,2 | 98,6 | 12903 | 1290 | 139 | 13,9 | 1,39 |
| 1,20 | 3,6 | 2,1 | 98,2 | 17864 | 1786 | 179 | 17,9 | 1,8 |
| 1,17 | 3,5 | 2 | 97,7 | 22750 | 2275 | 228 | 22,8 | 2,3 |

Fonte SETEC, 2006

Para Eckes(2001) há também o método contínuo para cálculo do sigma, neste caso deve-se calcular de acordo com a Equação (2): Cpk - Índice de capacidade comparado a uma constante k. O cálculo do CpK (Equação 2) é o seguinte:

$$C_{pk} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{LSE - \bar{X}}{3s} = C_{pks} \\ \frac{\bar{X} - LIE}{3s} = C_{pki} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Usar o menor} \\ \text{dos dois valores} \end{array} \quad (2)$$

LSE= Limite superior especificado;

LIE= Limite inferior especificado;

S= Desvio padrão da amostra;

De posse do valor do Cpk (Equação 2) vá até a Tabela 2 e encontra o sigma do processo.

Exemplo:

Considere que o serviço de quarto teve a seguinte avaliação:

Uma média de 22 minutos para atendimento;

Um desvio padrão de 2;

Um limite superior especificado de 30 minutos, logo teremos o seguinte CpK:

$$C_{pk} = \frac{30 - 22}{3 \times 2} = 1,33$$

Consultando a Tabela 2 encontramos que o desempenho sigma do processo é 4,00. Segundo Eckes (2001) os dados contínuos mostram-se melhores de serem usados, pois demonstram a magnitude da variação do processo; podem nos indicar o tipo de variação existente (causa comum ou especial); são menos numerosos para serem coletados e, além disso, o cálculo do sigma a partir dos dados discretos, embora válido, pode ser enganoso em algumas situações.

Werkema (2003) apresenta mais um modo de calcular o sigma do processo, que são as métricas baseadas em defeituosos. As métricas baseadas em defeituosos não levam em

consideração o número de defeitos, ou seja, um item defeituoso que possui um defeito é equivalente a um defeituoso que apresenta cem defeitos. As duas principais métricas baseadas em defeituosos são: proporção de defeituosos (p) e rendimento final (Y_{final}). A proporção de defeituosos (p) e o rendimento final (Y_{final}) são calculados a partir das Equação 3 (Métrica baseada em defeituosos):

$$p = \frac{\text{Número de defeituosos}}{\text{Número total de unidades do produto avaliadas}}. \quad (3)$$

$$Y_{\text{final}} = 1 - p$$

Exemplo de aplicação da Equação 3. Considere que um restaurante teve 10 pedidos defeituoso de um total 1000 pedidos, logo teremos:

$$P = 10 / 1000 = 0,01 \times 100 = 1\%$$

$$Y_{\text{final}} = 1 - 0.01$$

$$Y_{\text{final}} = 0.99 \text{ ou } 99\%$$

Consultando a Tabela 2, verifica-se que o desempenho sigma do processo é de aproximadamente 3.9. Eckes (2001) descreve que pode-se ter dois desempenhos de processo, sendo um de curto prazo e outro de longo prazo, pois os processos como tudo mais, variam no decorrer do tempo. Mikel Harry diz que existe um desvio padrão de 1,5 sigma mesmo nos processos mais consistentes. Portanto, precisamos levar em consideração este desvio de 1,5 considerando no longo prazo o pior cenário, ou seja, que um processo por mais estável que seja no longo prazo terá um desempenho de 4,5 sigmas (ECKES, 2001).

Para Eckes (2001) o curto prazo considera apenas o melhor cenário, neste caso o processo atinge 6,0 sigmas.

2.6 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Para Miguel (2001) existem diversas ferramentas da qualidade podem ser classificada em dois grupos:

- Ferramentas tradicionais da qualidade: diagrama de causa-efeito, histograma, gráfico de pareto, diagrama de correlação, carta de controle, gráfico de tendência, folha de verificação e *brainstorming*;

- Ferramentas de planejamento da qualidade: diagrama de afinidade, diagrama de inter-relacionamento, diagrama de árvore, diagrama matriz, diagrama de redes de atividades e matriz de priorização. Segue abaixo definição de algumas destas ferramentas, visto que as ferramentas listadas são as mais utilizadas em projetos seis sigma de acordo com SETEC, 2006.

2.6.1 Histograma

Segundo Miguel (2001) o histograma é uma ferramenta estatística que fornece o quão freqüente um determinado valor ou uma classe de valores ocorre em um grupo de dados. Consiste num gráfico de barras, uma representação gráfica de uma distribuição de freqüência por meio de barras no eixo horizontal, onde a largura da barra representa um dado intervalo de classe da variável, e a altura no eixo vertical representa a freqüência de ocorrência. A Figura 3 mostra um exemplo de um histograma:

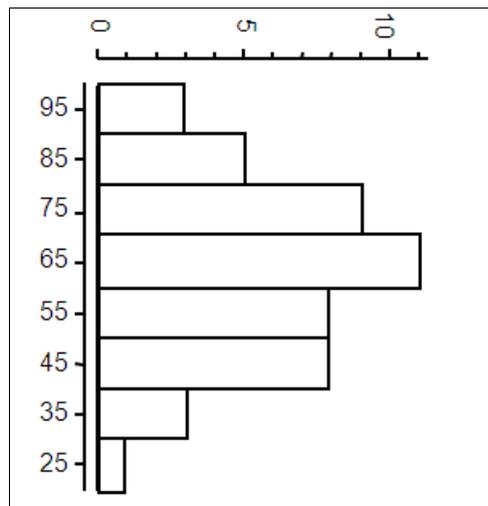


Figura 3- Exemplo de Histograma
FONTE: Próprio Autor.

O histograma (Figura 3), segundo Brassard *et al* (2002) diz que pode-se usar para resumir dados de um processo do qual se coletam dados durante certo tempo, e apresentar graficamente a sua distribuição de freqüência em forma de barras. Os resultados esperados são:

- Exibe grande quantidade de dados difíceis de interpretar em forma de tabelas;
- Mostra a freqüência relativa da ocorrência de vários valores de dados;
- Revela a tendência central, variação e forma dos dados;
- Ilustra rapidamente a distribuição subjacente dos dados;
- Fornece informações úteis para predizer o futuro desempenho do processo;
- Ajuda a indicar, se houver, uma mudança no processo;

- Ajuda a responder a pergunta: “o processo é capaz de satisfazer os requisitos dos meus clientes?”.

2.6.2 Cartas de Controle

Segundo Miguel (2001) esta ferramenta consiste em um gráfico para representar e registrar tendências de desempenho seqüencial ou temporal de um processo, ou seja, monitorar o comportamento do processo ao longo do tempo, na Figura 4 temos um modelo de gráfico de controle.

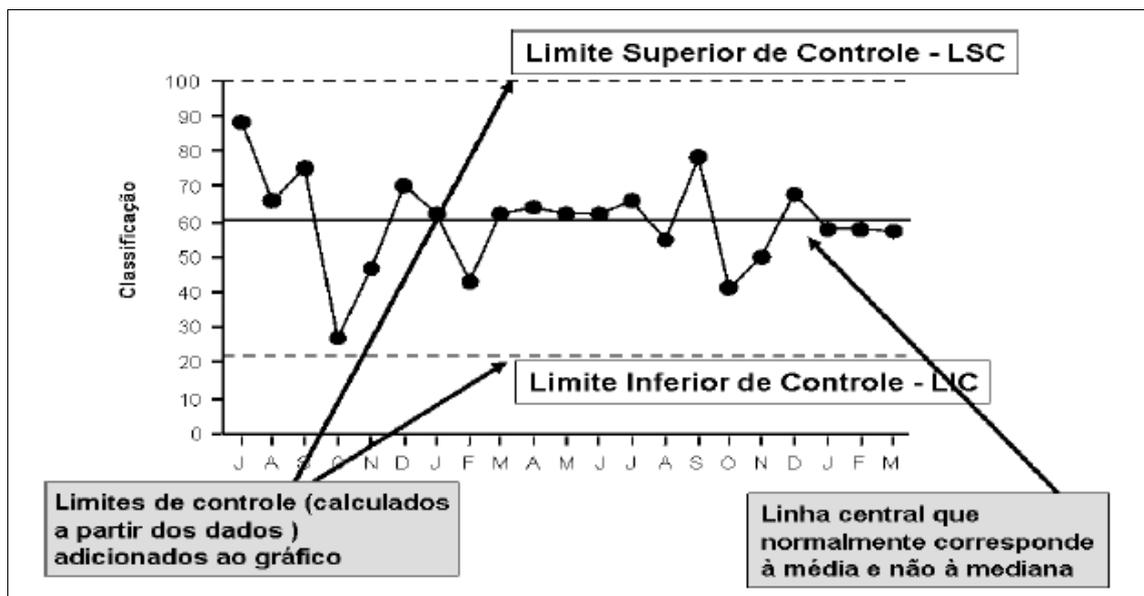


Figura 4- Modelo de um gráfico de controle
 FONTE: Setec (2006).

A análise do gráfico de controle (Figura 4) indica se o processo está ou não sob controle (dentro dos limites definidos como normal para o processo). Suas funções básicas são monitorar o processo e detectar as causas da variação desse processo. Para Brassard *et al* (2002) os gráficos de controle auxiliam a monitorar, controlar e melhorar o desempenho do processo ao longo de certo período, através do estudo da variação e do que ocasiona esta variação. Os principais resultados da utilização dos gráficos de controle são:

- Concentrar a atenção na detecção e monitoramento da variação do processo ao longo de um certo período;
- Diferenciar as causas comuns das causas especiais, servindo de guia para ação local ou da gerência;
- Serve como um instrumento de controle contínuo do processo;
- Ajuda a fazer com que o processo ocorra de forma consistente e previsível, para produzir melhor qualidade, custos reduzidos e maior eficácia;

- Oferece uma linguagem comum para discutir o desempenho do processo.

2.6.3 Diagrama de causa e efeito

Para Brassard *et al* (2002) o diagrama de causa-efeito (Figura 5), também conhecido como espinha de peixe, ou diagrama de Ishikawa, permite que um grupo de pessoas identifique, explore, e exiba graficamente, em detalhes cada vez maiores, todas as causas possíveis em um problema ou condição, para descobrir a sua verdadeira raiz ou raízes.

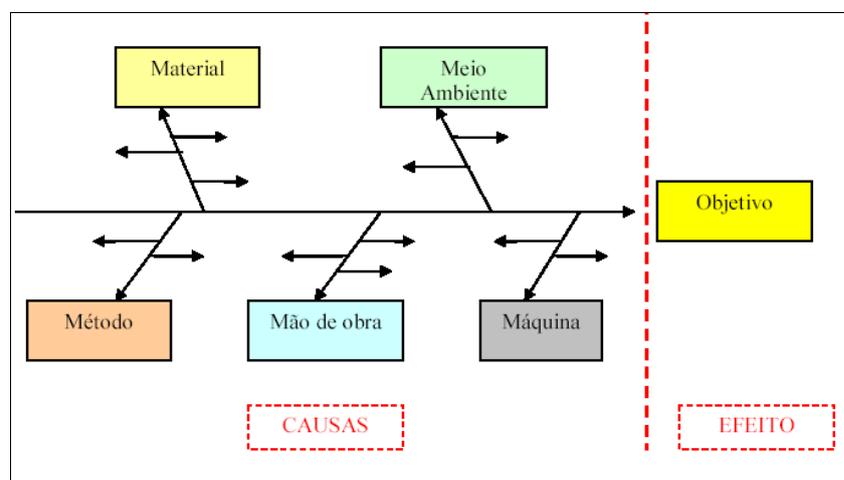


Figura 5- Diagrama de Ishikawa
FONTE: Próprio Autor.

Os resultados com o diagrama de Ishikawa (Figura 5) permitem que o grupo se concentre nos conteúdos do problema. Cria um quadro instantâneo do conhecimento e consenso coletivos do grupo sobre o problema e faz com que o grupo se concentre nas causas e não no efeito do problema. Já para Miguel (2001) o diagrama de causa-efeito consiste em uma forma gráfica usada como metodologia de análise para representar fatores de influência (causas) sobre um determinado problema (efeito). Um diagrama de espinha de causa-efeito pode ser elaborado segundo os seguintes passos:

- Determinar o problema a ser estudado (identificação do efeito);
- Relatar sobre as possíveis causas e registrá-las no diagrama;
- Construir o diagrama agrupando as causas em: mão-de-obra, máquina, método e matéria-prima, medição e ambiente;
- Analisar o diagrama, a fim de identificar as causas verdadeiras para a correção do problema.

2.6.4 Diagrama de árvore

Para Miguel (2001) o Diagrama de Árvore (Figura 6) detalha de forma crescente os caminhos e tarefas para realizar os objetivos.

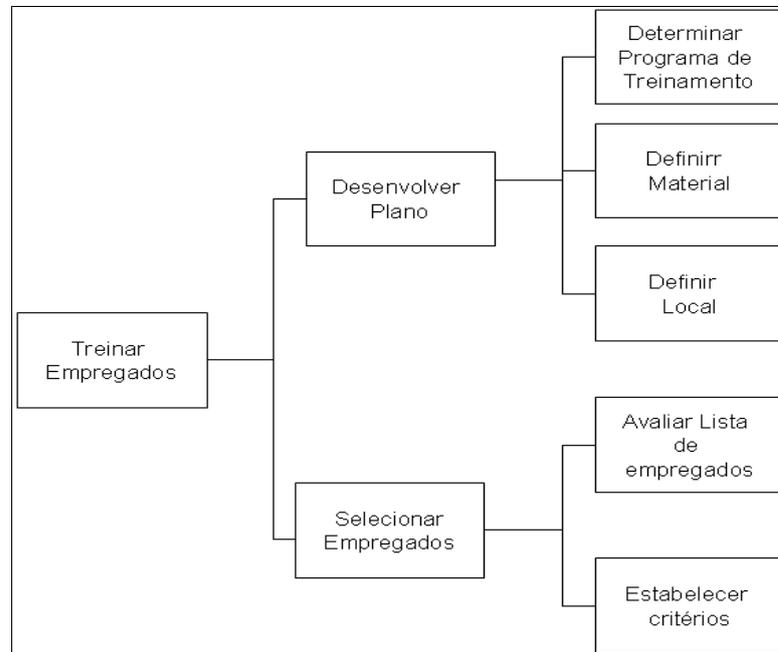


Figura 6- Modelo de diagrama de árvore
FONTE: Brassard *et al*, 2002.

Brassard *et al* (2002) diz que se utiliza o Diagrama de Árvore (Figura 6) para decompor graficamente qualquer objetivo amplo em níveis de ações detalhadas que devem e podem realizar-se para alcançar os objetivos estabelecidos e facilita a hora de tomar decisões.

Diagrama de árvore procura:

- Encorajar os membros da equipe a expandir o seu modo de pensar ao criar soluções;
- Permitir que todos os participantes revisem todos os vínculos lógicos e se cada um dos níveis de detalhamento do plano foram completados;
- Mover o grupo de planejamento da teoria para o mundo real;
- Revelar o nível real de complexidade envolvido na consecução de qualquer objetivo, tornando administráveis projetos potencialmente difíceis de gerenciar, bem como revelando complexidades desconhecidas.

2.6.5 Diagrama de afinidade

Segundo Brassard *et al* (2002) o Diagrama de Afinidade (Figura 7), permite que um grupo produza criativamente um grande número de idéias/questões e, a seguir, as organize e

resuma, com base em agrupamentos naturais entre elas, para entender a essência de um problema e as suas soluções.

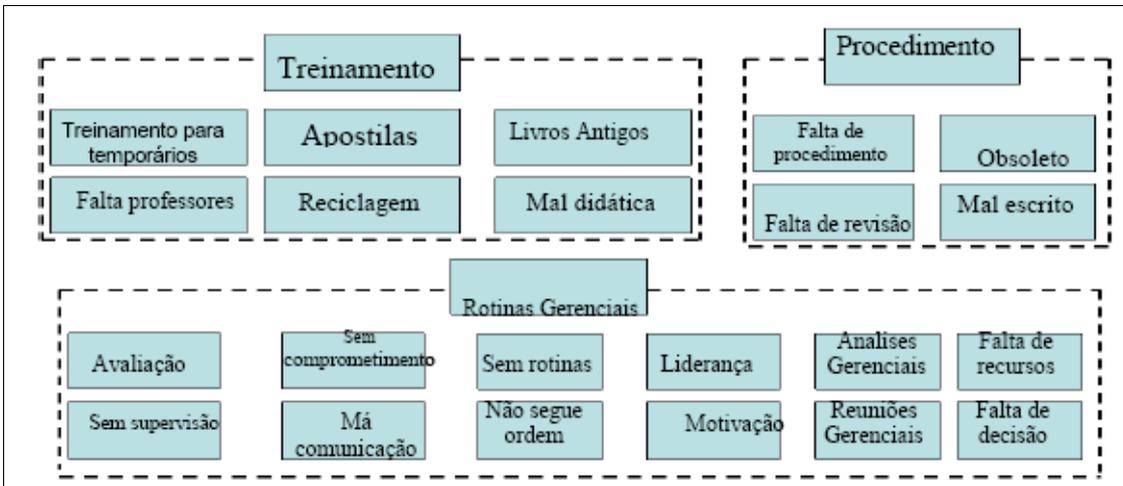


Figura 7- Representação Esquemática de um Diagrama de Afinidades.

FONTE: Miguel, 2001.

Desta forma o Diagrama de Afinidade (Figura 7) busca:

- Encorajar a criatividade de cada pessoa do grupo em todas as fases do processo;
- Eliminar barreiras persistentes de comunicação;
- Encorajar conexões não-conservadoras entre idéias/questões;
- Permitir que cada descoberta de soluções apareça naturalmente, mesmo em problemas persistentes;
- Encorajar o sentimento de “ser proprietário” dos resultados que emergirem, já que o grupo cria tanto as contribuições específicas, quanto os resultados gerais;
- Destruir a “paralisia de grupo”, causada pela enorme quantidade de opções e pela falta de consenso.

2.6.6 Fluxograma

Segundo SETEC (2006) fluxograma (Figura 8) é uma ferramenta utilizada para o mapeamento do processo, ou seja, para se entender um processo, o fluxograma torna este processo visível.

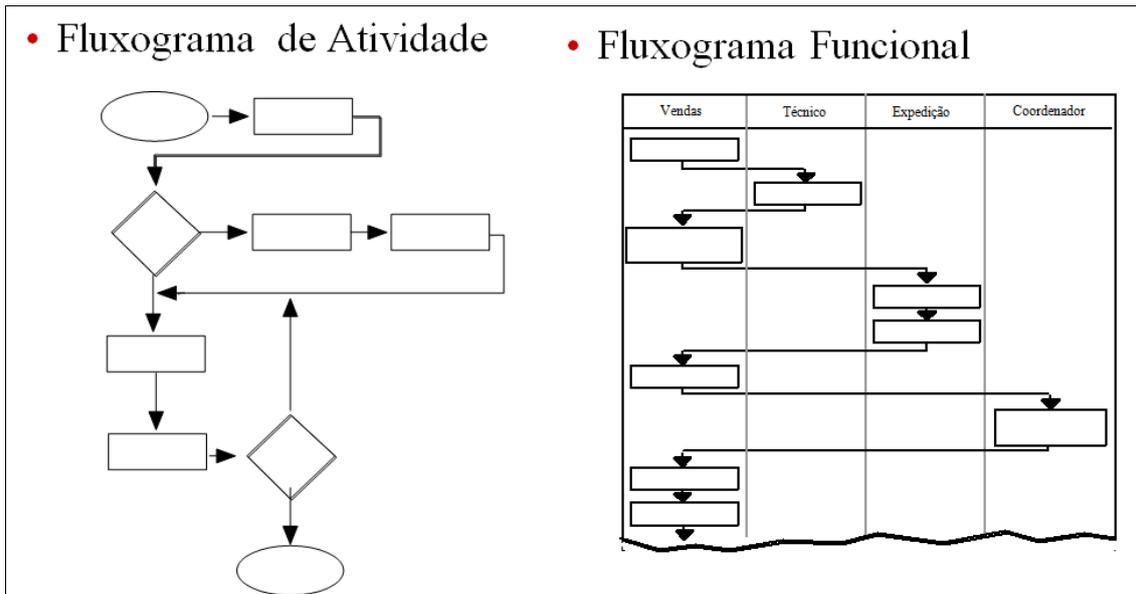


Figura 8- Fluxograma de Atividade e Funcional
FONTE: Setec, 2006.

O fluxograma (Figura 8) pode mostrar processo como um todo, a sequência das fases, a relação entre as fases e as “fronteiras” iniciais e finais de cada uma delas. Um fluxograma básico mostra as fases do processo em sequência, para entender a situação atual com detalhes suficientes, pode-se achar necessário um fluxograma mais detalhado, sendo que o nível dos detalhes varia dependendo da necessidade e circunstância. Para tanto as informações adicionais podem ser escritas sob cada fase. Vale ressaltar que um fluxograma pode ser de Atividade ou Funcional. Maiores detalhes ver Figura 3.8.

2.6.7 Gráfico de Pareto

O Diagrama de Pareto segundo Miguel (2001) é um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas. Ele pode mostrar ainda a curva de percentagens acumuladas. Sua maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos. Com o Diagrama de Pareto é possível avaliar: o pequeno número de causas responsável pelo maior número de vezes em que há deterioração na qualidade do serviço (poucas, porém as mais importantes). O grande número de causas responsável pelo menor número de vezes que o problema ocorre (muitas, porém de pouca importância). Segue modelo de gráfico de Pareto na Figura 9.

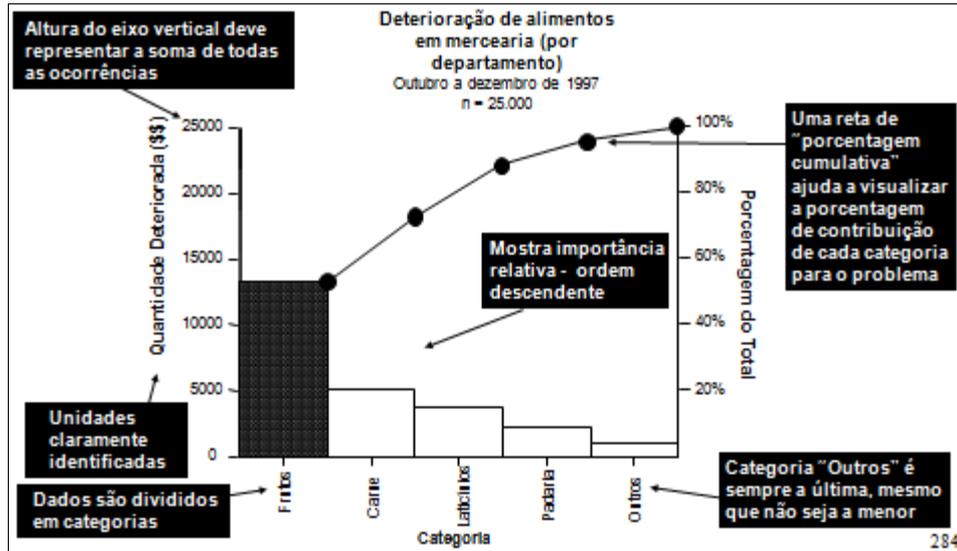


Figura 9- Modelo de Gráfico de Pareto
FONTE: Setec, 2006.

Para Brassard *et al* (2002) o diagrama de Pareto (Figura 9) ajuda o grupo à:

- Concentrar-se nas causas que terão maior impacto, se forem resolvidas;
- Tem base no comprovado princípio de Pareto: 20% das fontes causam 80% de qualquer problema;
- Mostra a importância relativa dos problemas em um formato visual simples, fácil de interpretar;
- Ajuda a evitar a “troca de problema”, em casos em que a “solução” remove algumas causas, mas piora outras;
- O progresso é medido em um formato bem visual, que proporciona incentivo para continuar buscando mais melhorias.

2.6.8 Gráfico de Tendência

O gráfico de tendência é um gráfico de dados em ordem cronológica, SETEC, 2006. Brassard *et al* (2002) explica que o gráfico de tendência, é uma ferramenta que permite estudar os dados observados de uma folha de verificação ou outras fontes de dados para analisar tendências em um período específico do tempo, como representado na Figura 10.

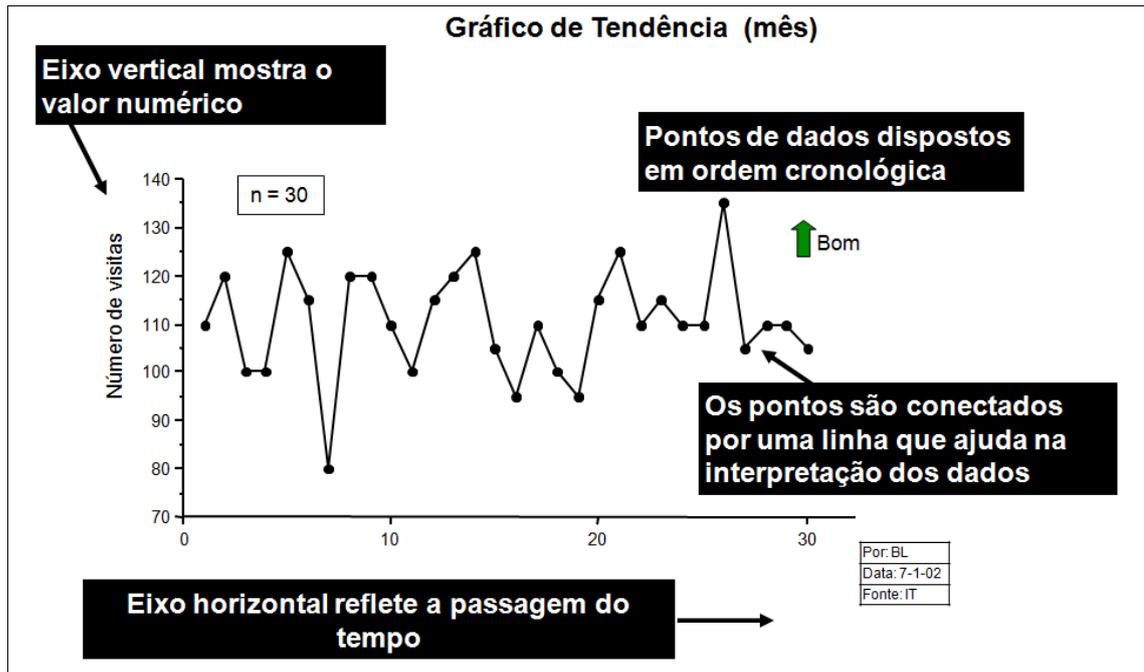


Figura 10 - Aspectos do Gráfico de Tendência
 FONTE: Setec, 2006.

O gráfico de tendência representado na figura 10 é capaz de:

- Monitorar o desempenho de um ou mais processos no tempo para detectar tendências, mudanças ou ciclos;
- Comparar o desempenho medido antes e depois da implementação de uma solução para medir seus impactos;
- Focalizar atenção em mudanças vitais do processo;
- Rastrear informações úteis para prever tendências.

2.6.9 Brainstorming

Segundo Brassard *et al* (2002) o *Brainstorming* também conhecido como "tempestade de idéias", consiste numa ferramenta bastante útil para resolução de problemas, porque permite gerar rapidamente um grande número de idéias acerca dos principais efeitos e suas causas associados à má qualidade ou defeitos dos produtos. Existem dois métodos básicos para o *Brainstorming*: O estruturado, um processo em que cada membro do grupo tem sua vez de sugerir idéias. O não-Estruturado um processo em que os membros do grupo sugerem idéias ao mesmo tempo em que essas lhe ocorrem. Segundo Werkema (2002) os seguintes itens devem ser seguidos para a condução de um brainstorming:

- Deve ser escolhido um líder para dirigir as atividades de grupo;
- Os grupos não deverão ser muito grandes, geralmente entre cinco a dez pessoas;

- Todos os participantes do grupo devem opinar sobre as possíveis causas do problema analisado; as idéias devem ser registradas em um quadro;
- A tendência de culpar pessoas deve ser evitada, deve-se buscar a causa do problema e não culpados;
- Nenhuma idéia pode ser criticada.

2.6.10 Matriz de Priorização

Para Brassard *et al* (2002) a matriz de prioridades (Figura 11) serve para diminuir as opções através de uma abordagem sistemática da comparação de opções através de seleção, consideração e aplicação de critérios. Quando se usa esta matriz ela faz aparecer rapidamente os desacordos, de modo que possam ser resolvidos desde o início. Força o grupo a concentrar-se na melhor ação a ser tomada, reduz a possibilidade de que se selecione um projeto favorito de uma única pessoa.

| Problema | Causa Raiz | Soluções/Tarefas | Efetividade | Facilidade Implantar | Custo | Total | Ação |
|--|--------------------------------|---|-------------|----------------------|-------|-------|------|
| Palete fumigado para embarque nacional | Falta critério para utilização | Levantamento de requisitos legais | 5 | 3 | 2 | 30 | Sim |
| | | Criação e aquisição do novo palete fumigado para exportação | 5 | 5 | 1 | 25 | Sim |
| Uso em amarração de carga ou estrado | Falta de especificação | Desenvolvimento de novo estrado | 5 | 5 | 2 | 50 | Sim |
| | | Criação de novo item e padronização de utilização | 4 | 3 | 3 | 36 | Sim |

SCALE: 1-Nenhum 2-Algum 3-Moderado 4-Muito 5-Extremo

Figura 11 - Modelo de Matriz de Prioridade

FONTE: Setec, 2006.

2.7 CONCEITOS DA MANUFATURA ENXUTA

Segundo Liker e Mier (2007) o termo Manufatura Enxuta, foi usado por um grupo de pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, no livro *The Machine that changed the world* (A máquina que mudou o mundo) de Womack e Jones, para designar os métodos usados para gerenciar e produzir automóveis na empresa Toyota, este método também é conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP).

A Manufatura Enxuta está provando ser um dos meios mais eficazes que as empresas possuem para melhorar seus processos e alcançar seus objetivos tanto em qualidade quanto em seus resultados financeiros (LIKER; MIER, 2007).

O presente trabalho pretende apresentar algumas ferramentas utilizadas pelo conceito Manufatura Enxuta e que podem ser utilizadas juntamente com as ferramentas propostas pelo Seis Sigma.

2.7.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM – *Value Stream Mapping*)

Para Setec (2006) Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping* - VSM) é uma ferramenta visual que pode ser usada para desenvolver uma análise descritiva completa dos fluxos do processo e um desdobramento detalhado do valor em direção ao produto ou serviço final e o um fluxo de valor são todas as ações necessárias para transformar matérias-primas no produto entregue ao cliente.

O *Value Stream Mapping*, ou Mapeamento do Fluxo de Valor, permite visualizar por completo o fluxo de valor existente para a transformação de matéria-prima ao produto final, pois ele permite visualizar o fluxo de material e o fluxo de informações. Com o mapeamento do fluxo de valor podemos identificar família de produtos (produtos que possuem processos similares ou compartilham o mesmo equipamento), situação atual do processo e plano de implementação (estado futuro). Mapear um processo, Figura 24, significa conseguir enxergar um estado atual e focar no fluxo com uma visão de um estado ideal, sem desperdício. (SETEC,2006).

2.7.2 Just-in-Time (JIT)

Surgiu no Japão em meados da década de 70, sendo sua idéia básica e desenvolvimento creditado à *Toyota Motor Company*, que buscava um sistema de

administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos, com um mínimo atraso. Da forma mais simples, *Just-in-Time* é “tudo o que diz respeito a produzir e transferir apenas o que é necessário”, segundo Minoura (2003). Ao invés do antigo sistema de produção “empurrado” de baixo para cima, o *Just-in-Time* representa a mudança para o sistema “puxado” onde os trabalhadores apenas produzirão o que é necessário.

2.7.3 Ciclo do PDCA

Segundo a NBR ISO 9001 (2000) o Ciclo do PDCA, "*Plan-Do-Check-Act*" pode ser usado para todos os processos como uma forma de melhorar continuamente. O modelo PDCA pode ser descrito resumidamente como segue: *Plan* (planejar): estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos dos clientes e políticas da organização; *Do* (fazer): implementar os processos; *Check* (checar): monitorar e medir processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto e relatar os resultados; *Act* (agir): tomar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo.

2.7.4 Kanban

Marchwinski e Shook (2003) definem kanban como sendo um dispositivo que instrui e autoriza a produção ou pára a retirada de itens em um sistema puxado. Ohno (1997) define kanban (etiqueta) como sendo um instrumento para o manuseio e garantia da produção just in time, sendo o primeiro pilar do Sistema Toyota de Produção. Basicamente um kanban é uma forma simples e direta de comunicação localizada sempre no ponto que se faz necessária. Na maioria dos casos, um kanban é um pequeno pedaço de papel onde está escrito quanto de cada parte tem de ser retirada ou quantas peças tem que ser montadas.

Tubino (1999) diz que o sistema kanban funciona baseado no uso de sinalizações para ativar a produção e movimentação dos itens pela fábrica. Essas sinalizações são convencionalmente feitas com base nos cartões kanban e nos painéis porta-kanbans. Os cartões são confeccionados de material durável para suportar o manuseio constante. De acordo com os principais autores da área existem dois tipos de cartões kanban, com nomenclaturas diferentes, mas com a mesma finalidade que são: o kanban de produção e o kanban de transporte ou movimentação, ou requisição, ou ainda, kanban de retirada.

2.8. LOGÍSTICA

A logística empresarial é uma área ou processo no qual as empresas e os negócios de um modo geral tem concentrado grandes esforços orientados pela necessidade de mercado, visto que apesar de não ser algo que o cliente perceba no momento da aquisição de um produto, o processo logístico está relacionado indiretamente ao atendimento da satisfação do cliente. O valor pode ser oferecido de duas formas ao cliente, um através de benefícios intrínsecos e o outro como benefícios intangíveis, os benefícios intrínsecos são características físicas e o próprio desempenho, ou seja, a adequação das funções, facilidade de uso, qualidade, durabilidade já os benefícios intangíveis são os serviços, a disponibilidade, o atendimento, é a imagem da marca e da empresa. (Reis apud OLIVEIRA, 2005)

Para Novaes (2001) a logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor.

Para Ballou (1993) a logística empresarial trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável.

Os conceitos acima destacam o processo logístico em um dos objetivos-fim das organizações empresariais que é a satisfação do cliente. Porém há outro objetivo-fim de tais organizações, que é a lucratividade que em muitos casos tem que começar com a redução dos custos internos, tendo em vista que o preço ao consumidor não pode ser alterado por uma questão estratégica de mercado (BALLOU, 1993).

Ao se fazer análise do papel da logística no ambiente macro do negócio, deve-se observá-los como processos estratégicos para o alcance dos objetivos-fim das empresas. Partindo-se deste princípio Lambert *et al* (1999) coloca a logística no centro desta discussão ao afirmar que as atividades logísticas incluem o serviço ao cliente, tráfego e transportes, armazenagem e estocagem, escolha e localização de fábrica e armazéns, controle de inventário, processamento de pedidos, comunicações de distribuição, suprimentos industrial,

embalagem, manuseio de mercadorias devolvidas e previsão de demanda. Tudo isto é definido como o gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Na seqüência desta linha de análise, em que se fala de criar vantagem competitiva no negócio, tem-se como foco a redução do custo do sistema logístico e, considera-se este como um objetivo na empresa (BALLOU, 2001).

Slack *et al* (1996) consideram que os custos logísticos podem ser divididos em dois tipos: o primeiro consiste em custos operacionais, que são os custos que variam diretamente com a variação do nível da atividade. O segundo são os custos de capital, que ocorrem apenas uma vez e que não mudam com as variações normais nos níveis de atividades.

Para Ballou (2001) existe esta mesma divisão, no entanto, os classifica em custos fixos e variáveis.

Em linhas gerais, segundo Bowersox *et al* (2001) os gastos com logística nas empresas gira em torno de 5 a 35% do valor das vendas dependendo do tipo de atividade, da área geográfica de operação, e da relação peso/valor dos produtos e materiais. Este mesmo autor afirma que em geral a logística é responsável por uma das maiores parcelas do custo final dos produtos.

Christopher (1997) relaciona em seu conceito de logística o processo de atendimento aos cliente a baixo custo. O autor afirma que o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem insumos, peças e produtos acabados por meio da organização de seus canais de marketing, maximizando assim, lucratividades presentes e futuras por meio do atendimento dos pedidos a baixo custo, portanto, as empresas enfrentam dilema muito difícil de ser combatido, onde o nível de serviço oferecido pelos fornecedores aos seus clientes está diretamente relacionado aos custos de prover este serviço.

No entanto, Bowersox *et al* (2001) contempla que a empresa deve ser capaz de manter um nível de serviço nos processos de atendimento dos pedidos dos clientes em nível de classe mundial com os custos cada dia mais reduzidos. Esta competência logística de oferecer bons serviços a baixo custo confere às empresas vantagem competitiva, tornando-as fornecedoras preferenciais e parceiros ideais.

2.8.1 Objetivos Operacionais da Logística

Em termos de gerenciamento de sistemas logísticos cada empresa deve atingir simultaneamente pelo menos seis objetivos operacionais diferentes, tais objetivos são determinantes básicos do desempenho logístico que são: resposta rápida, variância mínima,

estoque mínimo, consolidação de movimentação, qualidade e apoio ao ciclo de vida (BROWERSOX & CLOSS, 2001).

A descrição dos seis objetivos imprescindível do desempenho logístico conforme Bowersox *et al* (2001) segue abaixo:

a) **Resposta Rápida** é uma habilidade da empresa de satisfazer as exigências de serviço aos clientes em tempo hábil, e a tecnologia da informação ajudou sobremaneira na resposta às necessidades do cliente pedido a pedido.

b) **Variância Mínima** é ocasionada por qualquer acontecimento inesperado que perturbe o desempenho das operações logísticas, tais como atraso no recebimento dos pedidos de clientes, interrupções na fabricação, mercadorias que chegam com avarias, entregas em local incorreto. A solução tradicional para minimizar as variâncias é a formação de estoque de segurança ou utilização de transporte de alto custo, por este motivo, um objetivo básico do desempenho logístico é reduzir a variância.

c) **Estoque Mínimo** o ideal seria a perfeita sincronização entre a oferta e demanda, de maneira a tornar a manutenção de estoques desnecessária. No entanto, conhecer exatamente as demandas futuras é um desafio, e por este motivo mantem-se estoques para garantir a disponibilidade de produtos para os clientes. O objetivo de um sistema logístico eficiente é reduzir a quantidade de estoque ao nível mais baixo possível, consistente com as metas de prestação de serviço ao cliente, de modo a obter menor custo logístico total. Para alcançar o objetivo de estoque mínimo, o projeto do sistema logístico deve levar em conta o controle sobre o nível de comprometimento e a velocidade de rotação do estoque na empresa inteira.

d) **Consolidação de Movimentação** é Uma forma de reduzir o custo logístico é a consolidação de movimentação, ou seja, agrupar cargas pequenas, que possibilitem uma movimentação consolidada, pois geralmente quanto maior o carregamento menor será o custo unitário.

e) **Qualidade** é o gerenciamento da qualidade total (TQM – Total quality Management) tornou-se uma força importante para gerenciamento do nível de serviço nos processos logísticos. E este é o grande desafio gerencial de alcançar um desempenho logístico com defeito zero visto que o retrabalho em função de carga incorreta ou de avarias acarreta em atendimento de um pedido muito mais caro que um pedido atendido de maneira correta da primeira vez. Desta forma, a logística é um fator importante no desenvolvimento e na manutenção de um aperfeiçoamento contínuo da qualidade total.

f) **Apoio ao Ciclo de Via** é o produto e serviços são vendidos com garantia de desempenho no decorrer de um período específico tanto a entrega quando o retorno devem ser garantidos

pela empresa. Segundo Bowersox *et al* (2001), as empresas devem ser capazes de garantir o fluxo do produto nos dois sentidos de circulação direta ou reversa. A logística reversa deve constar no planejamento estratégico das empresas, ou seja, os serviços de apoio representam o último objetivo do projeto logístico.

2.8.2 Sistemas de Transporte

O transporte é um dos elementos mais visíveis das operações logísticas. Atualmente há uma ampla variedade de alternativas de transporte de produtos e matérias-primas que jamais existiu antes, e, portanto uma empresa pode optar por contratar um serviço eventual de transporte, ter seu próprio transporte ou fechar vários contratos com diferentes transportadores especializados. (BOWERSOX *et al* 2001). Para Ballou (1993) o transporte representa o elemento mais importante do custo logístico na maior parte das firmas. O frete costuma absorver dois terços do gasto logístico e entre 9 e 10% do produto nacional produzido.

2.8.3 Modais de Transporte

Ballou (1993) enfatiza que a maior parte da movimentação de carga é manipulada por cinco modos básicos de transporte interurbano: o ferroviário, rodoviário, aquaviário, dutoviário e o aéreo.

Bowersox *et al*(2001) salienta que a importância relativa de cada tipo pode ser medida pela distância coberta pelo sistema, pelo volume de tráfego, pela receita e pela natureza da composição do tráfego.

Conforme Ballou (1993) descreve existem cinco modos básicos de transporte interurbano, a saber:

a) **Transporte Ferroviário** é basicamente um transportador lento de matérias-primas ou manufaturados para longas distâncias, podem ser movimentações de granéis, como carvão ou cereais, ou produtos refrigerados e automóveis. O transporte pode ser realizado tanto com carga cheia como com carga parcial. O frete de carga cheia é menor que o de carga parcelada. Os vagões têm capacidade média de transportar 92 t de carga;

b) **Transporte Rodoviário** é um modal que transporta uma carga média menor que o ferroviário e em rotas de curtas distâncias. As vantagens inerentes do uso de caminhões são: o serviço de porta a porta, de modo que não é preciso carga e descarga entre origem e destino; a frequência e disponibilidade dos serviços, bem como sua velocidade e conveniência no transporte porta a porta. O operador rodoviário necessita preencher apenas um veículo antes

de despachar a carga, conseqüentemente, o modal rodoviário é mais competitivo no mercado de pequenas cargas;

c) **Transporte Aeroviário** é o mais novo tipo de transporte e o menos utilizado. A vantagem deste tipo de transporte está na rapidez de entregas, principalmente para longas distâncias, no entanto os custos são três vezes maiores que o valor do frete rodoviário e quatorze vezes o valor do frete ferroviário, tornado-o extremamente caro. O transporte aeroviário é vantajoso em termos de perdas e danos. Geralmente precisa-se de menos embalagem de proteção no frete aeronáutico. Os produtos que mais usam o transporte aéreo regular são aqueles de grande valor e altamente perecíveis;

d) **Transporte hidroviário** as vias marítimas e fluviais são o meio de transporte mais antigo. O transporte aquaviário está situado entre as transportadoras rodoviárias e ferroviárias em termos de custos. Este tipo de transporte tem sua abrangência limitada por diversas razões, tais como necessidade de combinação com outros modais de transporte. Além disso, o transporte aquático é em média, mais lento que a ferrovia e a disponibilidade e confiabilidade são fortemente afetadas pelas condições meteorológicas. O transporte típico por vias navegáveis inclui produtos de mineração e produtos a granel, tais como produtos químicos, cimento e alguns tipos de produtos agrícolas. Transportadores hidroviários também transportam bens de alto valor, tais mercadorias costumam ser transportados em contêineres¹;

e) **Transporte por dutos**, este tipo de transporte oferece um rol muito limitado de serviços e capacidades. Petróleo bruto e derivados são os principais produtos que tem movimentações economicamente viável por dutos. Sua movimentação é bastante lenta, porém, pode ser operada 24h por dia e sete dias por semana, o que resulta em uma velocidade efetiva muito maior quando comparada com outros modos. Com relação ao tempo de transito é o mais confiável de todos. Danos e perdas são baixos, pois a quantidade de perigos que podem ocorrer na operação dutoviária é limitada;

Dentre os modais destacados acima Bowersox *et al* (2001) afirma que há uma preferência pelo transporte rodoviário. Esta escolha pode ser explicada por seu destaca em cinco características conforme Tabela 3. Conforme este mesmo autor, transportadoras rodoviárias que operam sistemas de classe mundial ocupam o primeiro ou o segundo lugar em todas as categorias, exceto no item capacidade.

¹ Contêineres são caixas fechadas e padronizadas, normalmente com dimensões 8 x 8 x 20 pés ou 8 x 8 x 40 pés (padrões ISO), nos quais a carga é manuseada de forma unitizada, ou seja, como uma unidade, sendo assim facilmente transferida entre diversos modos de transporte.

Tabela 3 - Classificação das características operacionais Relativas por modal de transporte *

| Características Operacionais | Ferroviário | Rodoviário | Aquaviário | Dutoviário | Aéreo |
|------------------------------|-------------|------------|------------|------------|-------|
| Velocidade | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| Disponibilidade | 2 | 1 | 4 | 5 | 3 |
| Confiabilidade | 3 | 2 | 4 | 1 | 5 |
| Capacidade | 2 | 3 | 1 | 5 | 4 |
| Frequência | 4 | 2 | 5 | 1 | 3 |
| Total | 14 | 10 | 18 | 17 | 16 |

Fonte: Bowersox et al 2001.

* A menor pontuação indica melhor classificação

2.8.4 Aspectos Econômicos do Transporte

Segundo Bowersox *et al* (2001) a economia de transporte é afetada por sete fatores que são: distância, volume, densidade, facilidade de acondicionamento, facilidade de manuseio, responsabilidade e mercado. Estes setes fatores embora não sejam componentes explícitos das tabelas de frete, cada um destes fatores é considerado em seu cálculo. Tais fatores e suas características são apresentados abaixo:

a) **Distância** é um dos principais fatores no custo de transporte, porque afeta diretamente os custos variáveis, como o combustível a manutenção e, algumas vezes, a mão-de-obra. A Figura 12 mostra a relação usual entre distância e custo e indica que a curva de custo não se inicia na origem do eixo, pois existem custos relativos a coleta e da entrega da carga que independem da distância, também demonstra que a curva de custo aumenta a uma taxa decrescente em relação a distância. Esta característica é conhecida como princípio da diluição visto que os deslocamentos intermunicipais tem menos paradas, que aumentam os custos em virtude de cargas e descargas intermediárias.

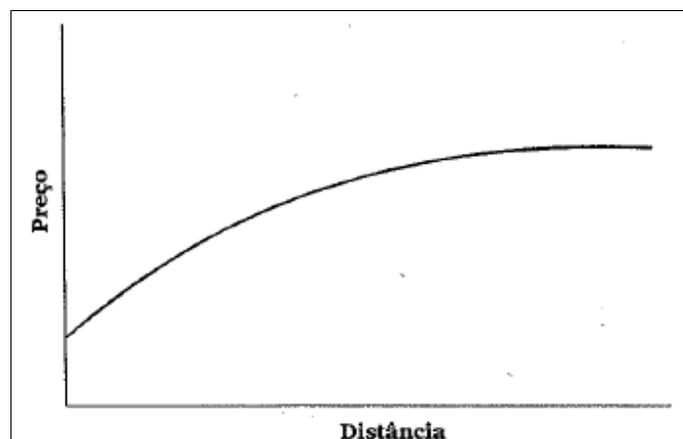


Figura 12 - Relação entre distância e custo de transporte
Fonte: Bowersox et al 2001.

b) **Volume** é o segundo fator é o volume da carga conforme Bowersox et al 2001, pois como em muitas outras atividades logísticas, existem economias de escala em transporte para a maioria das viagens. Esta relação pode ser visualizada na Figura 13, a qual mostra que o custo de transporte por unidade de peso diminui a medida que o volume da carga aumenta. Isso acontece, segundo este autor em virtude da diluição dos custos fixos de coleta e de entrega, assim como os custos administrativos relacionados. Vale ressaltar que esta relação é limitada ao espaço máximo do veículo.

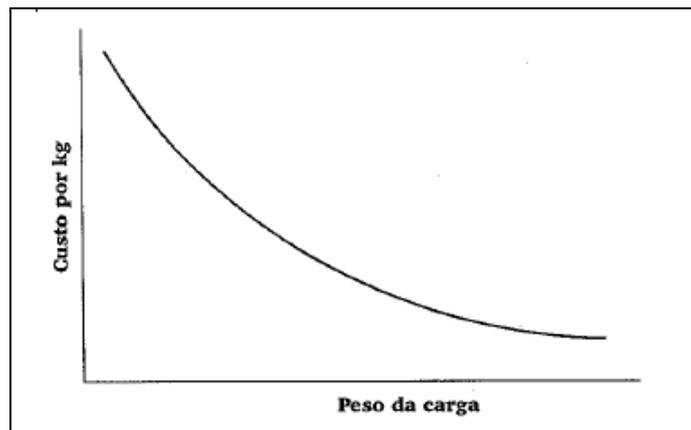


Figura 13 - Relação entre distância e peso da carga
Fonte: Bowersox et al 2001.

c) **Densidade** terceiro fator, a densidade da carga é a relação entre peso e espaço. Este fator é importante porque o custo de transporte é normalmente cotado por unidade de peso, porém o veículo tem limitação de espaço, e uma vez lotado o veículo, não é possível aumentar a quantidade a ser transportada, ainda que a carga seja leve. Como as despesas de mão-de-obra e de combustível não são afetadas substancialmente pelo peso, cargas de maior densidade permitem que custos relativamente fixos de transporte sejam diluídos por pesos maiores. Como resultado estas cargas incorrem em custos mais baixos de transporte por unidade de peso. A Figura 14 mostra o declínio do custo de transporte por unidade de peso, à medida que a densidade da carga aumenta.

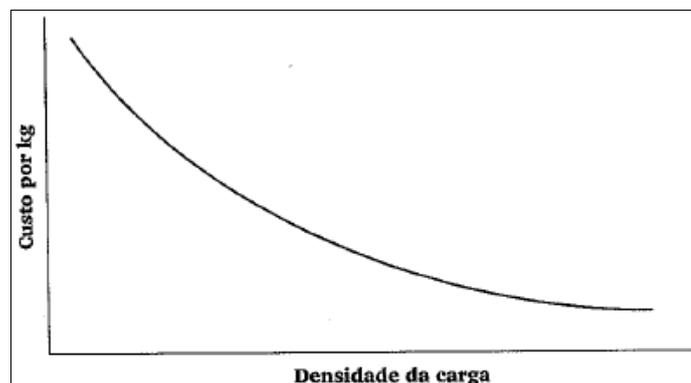


Figura 14 - Relação entre distância e densidade da carga
Fonte: Bowersox et al 2001.

- d) Facilidade e Acondicionamento** depende das dimensões das unidades da carga e da forma como elas afetam a utilização do espaço no veículo. Formas e tamanhos estranhos, bem como peso ou comprimento excessivos, não se acomodam bem, e geralmente causam desperdício de espaço. Unidades em formas retangulares padronizadas são muito mais fáceis de acondicionar do que unidades de formas peculiares.
- e) Facilidade de Manuseio** é a maneira pela qual as mercadorias são agrupadas fisicamente (amarradas, encaixotadas, paletizadas) para os processos de transporte, armazenagem, carga e descarrega de caminhões, caretas e navios podem afetar os custos de visto que podem ser necessários equipamentos especiais para manuseio.
- f) Responsabilidade** é o grau de responsabilidade inclui seis características relacionadas com a carga, que afetam principalmente o risco de dano e a incidência de reclamações. São elas: suscetibilidade de dano, dano ocasionado pelo veículo, possibilidade de deterioração, suscetibilidade de roubo, suscetibilidade de combustão espontânea ou de explosão e valor por unidade de peso. As transportadoras precisam contar seguro para se protegerem contra reclamações ou assumir responsabilidades por qualquer dano. Estes riscos podem ser reduzidos por meio de melhor embalagem, proteção adicional, ou pela redução da suscetibilidade de perda ou dano.
- g) Mercado** os fatores de mercado, como intensidade e facilidade de tráfego, afetam o custo de transporte. Uma rota de transporte é um itinerário entre os pontos de origem e de destino. Como o veículo tem que retornar ao porto de origem, é necessário conseguir uma carga de retorno para evitar que o veículo volte vazio, quando isto ocorre os custos totais devem ser apropriados a viagem inicial. O ideal é um fluxo balanceado no qual os volumes são iguais em ambas as direções, porém isso raramente acontece. Isto faz com que o frete de um ponto a outro seja diferenciado. Outro fator que afeta os custos de fretes são as sazonalidades, como estação de frutas e verduras. Assim o direcionamento e a sazonalidade de demanda afetam as taxas de fretes.

2.8.5 Importância da Embalagem para a Logística

Ballou (1993) destaca que a embalagem serve para promoção e uso do produto, assim como providencia proteção para o produto e por fim, serve como instrumento para aumentar a eficiência da distribuição. Esta relação da embalagem do produto e suas interações com as atividades logística estão resumidas na Figura 3.15.

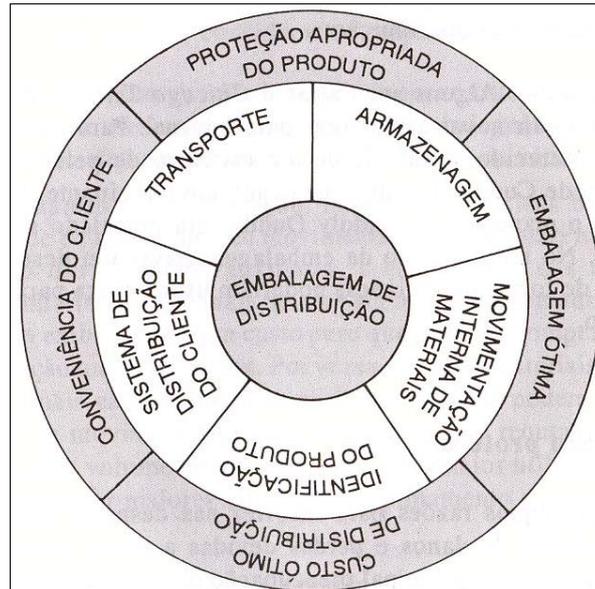


Figura 15 - Objetivos e interações da função de embalagem no sistema global de distribuição da companhia
Fonte: Ballou, 1993.

Segundo Bowersox *et al* (2001) embalagem tem um impacto relevante sobre o custo e a produtividade dos sistemas logísticos. A compra de materiais de embalagem, a execução de operações de embalamentos e a necessidade subsequente de descartar a própria embalagem representam os custos mais evidentes. O que não é imediatamente notado, contudo, é que os custos de compra e eliminação das embalagens são absorvidos pelas empresas nas pontas extremas do canal de distribuição e que os ganhos de produtividade gerados pela embalagem são diluídos por todo o sistema logístico.

Para Bowersox *et al* (2001) considera a inserção das operações de embalagem numa abordagem integrada de logística pode proporcionar significativas economias. Qualquer planejamento centralizado, projetado para controlar custos totais de distribuição, deve considerar todos os custos incluindo aqueles pertinentes à embalagem.

2.8.6 Embalagem Para o Consumidor

A embalagem segundo Ballou (1993) podem ser utilizadas para promover o produto final junto aos consumidores de diversas maneiras, uma destas maneiras é ser atrativa aos consumidores transmitindo informações sobre o produto, e sobre a empresa, neste caso está servindo como um tipo de anúncio. Outra forma de promoção junto ao consumidor, segundo Ballou, pode ser por meio do formato da embalagem, tamanho e capacidade de adequação nas prateleiras das lojas, isto permite oferecer ao consumidor maior área de exposição possível em comparação com os produtos concorrentes.

Para Bowersox *et al* (2001) a embalagem de consumo deve ser voltada para conveniência do consumidor, ter apelo de mercado, boa acomodação nas prateleiras dos varejistas e dar proteção ao produto. No entanto, segundo estes autores, normalmente o projeto final da embalagem, está relacionado às necessidades de fabricação e marketing, negligenciando as necessidades logísticas. Para eles, um projeto adequado de embalagem deve considerar todas as necessidades logísticas ligadas a ela.

2.8.7 Embalagem Industrial

Produtos e peças são embalados geralmente em caixas de papelão, sacos, pequenas caixas, ou mesmo barris, para maior eficiência no manuseio. Essas embalagens são usadas para agrupar produtos e são chamadas embalagens secundárias. Quando estas embalagens são agrupadas em unidades maiores, para fins de manuseio, essa formação é chamada de unitização (BAWERSOX *et al* 2001).

As embalagens secundárias e as cargas unitizadas, segundo Bowersox *et al* 2001, são unidades básicas de manuseio nos canais logísticos, e o objetivo principal é operar com limitadas quantidades de embalagens secundárias, já que a padronização da embalagens facilita o manuseio e o transporte. Vale ressaltar que a embalagem ideal para as atividades de manuseio e transporte de materiais é um cubo perfeito, com maior densidade de acomodação possível, porém tal embalagem raramente existe, afirmam estes autores.

Bowersox *et al* (2001) cita a proteção contra avarias, utilidade e eficiência, como duas funções principais de uma embalagem. A Proteção contra avarias é uma função importante das embalagens secundárias é proteger os produtos das avarias durante o manuseio e a armazenagem, num sistema logístico, tais embalagens também servem contra furtos. Para Ballou (1993) a principal preocupação da logística é evitar dano durante o manuseio do produto.

Quanto à utilidade e eficiência, a produtividade logística conforme Bowersox *et al* (2001) é a relação entre o volume de saída de uma atividade logística (exemplo carregamento de caminhão) e os recursos despendidos, exemplo mão de obra, tempo e equipamentos. Esta eficiência é fortemente influenciada pelas características do produto, pela unitização e pelas características em termos de comunicação. A seguir serão comentados pontos referentes a unitização, a saber:

- **Unitização**, este termo significa agrupamento de caixas, numa carga única, formando um só volume, para manuseio ou transporte. A conteneurização e

paletização comportam todas as formas de unitização, desde a ligação de duas embalagens secundárias com fita adesiva até o uso dos equipamentos especializado de transporte (Bowersox *et al*, 2001).

- **Conteineirização** segundo Bowersox *et al* (2001), é a unitização da carga por meio da utilização de contêineres, que são equipamentos em que são colocados embalagens secundárias ou produtos soltos, durante a armazenagem e o transporte (Ver Figura 16). A idéia principal é obter proteção e facilidade de manuseio. Para Ballou, 1993, o potencial de aumento de produtividade, por meio da conteineirização é muito grande.

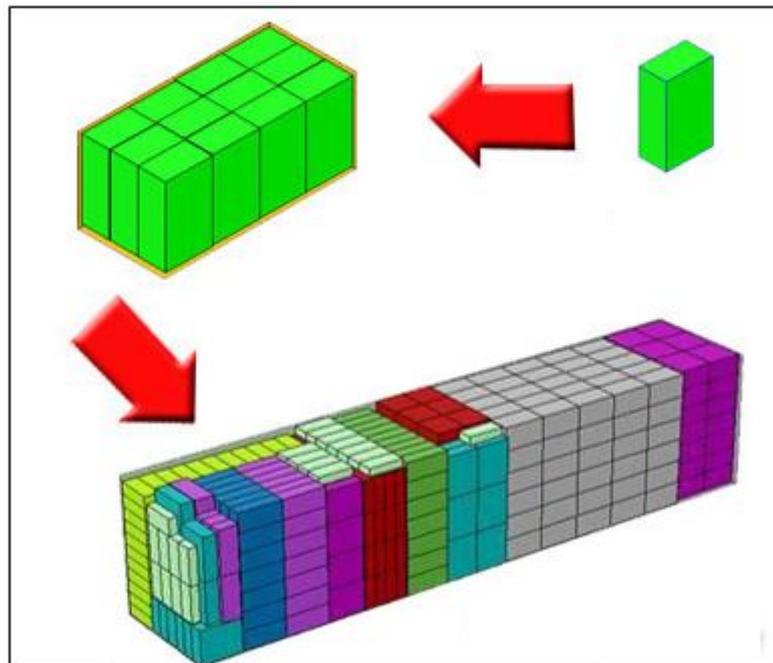


Figura 16 - Exemplo de Conteineirização
Fonte: Balou, 1993 (Adptado pelo autor)

- **Paletização** é o empilhamento de embalagens secundárias sobre paletes.

A Figura 17 mostra exemplo de paletização. Segundo Bowersox *et al* (2001), é recomendado, de modo geral, o uso do palete como plataforma para cargas unitizadas. Geralmente na indústria as dimensões mais utilizadas são: 1m x 1,2m, 0,8m x 1m e 0,8m x 0,9m. A determinação do tamanho deve basear-se na carga, na compatibilidade com equipamentos de manuseio e no padrão sugerido pelo setor.

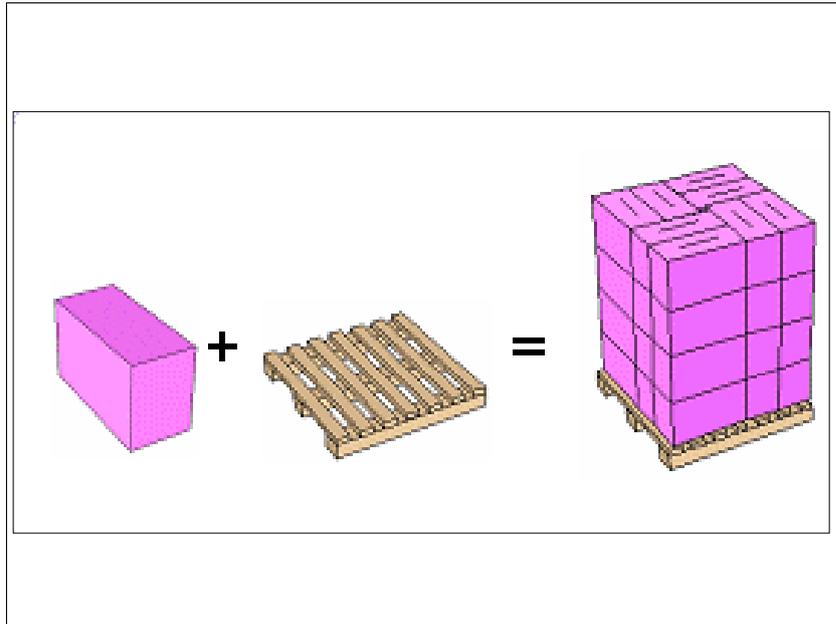


Figura 17 - Exemplo de Paletização
 Fonte: Balou, 1993 (Adptado pelo autor).

2.8.7.1 Logística Reversa

Segundo Gonçalves e Marins, 2006, antes de se conceituar logística reversa, deve-se atentar para três aspectos relevantes com respeito a produtos e suas respectivas embalagens:

- Do ponto de vista logístico, o ciclo de vida de um produto não se encerra com a sua entrega ao cliente. Produtos que se tornam obsoletos, danificados ou não funcionam devem retornar ao seu ponto de origem para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados;
- Do ponto de vista financeiro, existe o custo relacionado ao gerenciamento do fluxo reverso, que se soma aos custos de compra de matéria-prima, de armazenagem, transporte e estocagem e de produção, já tradicionalmente considerados na Logística; e
- Do ponto de vista ambiental, devem ser considerados e avaliados, os impactos do produto sobre o meio ambiente durante toda sua vida.

Este tipo de visão sistêmica é importante para que o planejamento da rede logística envolva todas as etapas do ciclo do produto. Então, é interessante analisar uma situação do ponto de vista holístico (como uma combinação dos três pontos de vista acima descritos) para permitir o planejamento da rede logística de forma a englobar todas as fases do ciclo de vida dos produtos, os custos associados e os impactos ambientais decorrentes.

Após estas observações preliminares, pode-se definir Logística Reversa como sendo o processo de planejamento, implementação e controle, do fluxo de matérias-primas, da produção e do produto acabado (e seu fluxo de informação), do ponto de consumo até a origem, com o fim de recapturar valor ou oferecer um destino ecologicamente adequado. Essa é a definição apresentada pelo Reverse Logistics Executive Council – RLEC (www.rlec.org, acesso em 21/08/2004), que é uma organização (com fins não lucrativos), associada ao CSCMP, que se preocupa exclusivamente com o desenvolvimento das melhores práticas na área. Este processo está ilustrado nas Figuras 18.

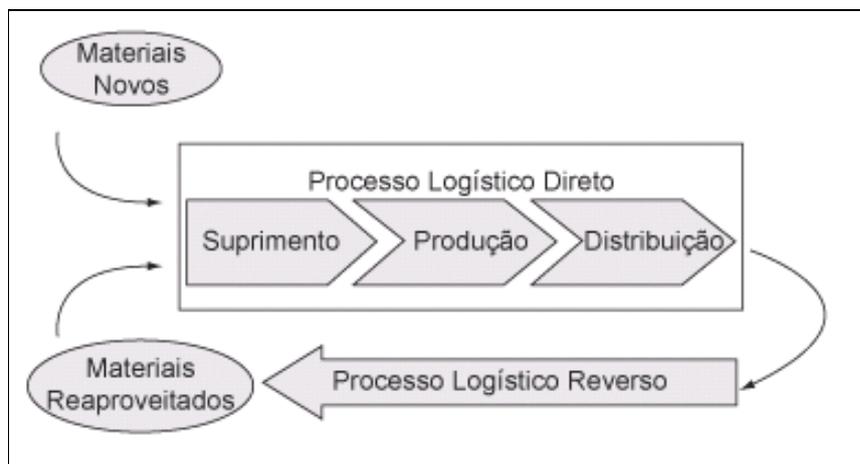


Figura 18 – Processo Logístico; Direto e Reverso
Fonte: Lacerda, 2002.

Segundo Rogers e Tibben-Lembke (Apud Gonçalves e Marins, 2006)), em uma pesquisa realizada com empresas americanas que adotam o sistema de Logística Reversa, pode-se ter os impactos financeiros apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Impacto da Logística Reversa

| Fator | Média (μ) | Desvio Padrão (σ) |
|---|---------------------------------|--|
| Impacto da LR nos Lucros | 3,7% | 5,9% |
| Porcentagem dos custos da LR no custo logístico total | 3,9% | 6,3% |
| Redução do Lucro Total (alguns casos) | 4,2% | 9,8% |

Fonte: Gonçalves e Marins, 2006.
(Adaptado de Rogers e Tibben, 1999)

2.8.7.1.1 Pool de Paletes

É uma modalidade de movimentação compartilhada recursos por múltiplos clientes ou membros de um pool ou associação, neste caso específico o pool refere-se a uso compartilhado de paletes. Este conceito adapta-se perfeitamente ao conceito de logística reversa, pois neste sistema (uso compartilhado) estão presentes os 3 aspectos da logística reversa citados por Gonçalves e Marins, 2006. São eles: logístico, financeiro e ambiental.

O pool de paletes apareceu para resolver problemas comuns com o remanejamento e a troca de paletes. Estes materiais exigem grandes investimentos e representam um problema de remanejamento. Para Bowersox et al, (2001) paletes mal construídos desfazem-se facilmente e podem causar avarias nos produtos, desta forma é comum que os depósitos e centros de distribuição troquem seus piores paletes e retenham os melhores. Segundo estes autores o pool de paletes é operado por terceiros, que mantêm e locam paletes de alta qualidade em todo o país. Proporcionam redução de avarias, custos menores de remanejamento e melhor utilização de paletes. Vejam ilustração na figura 20.

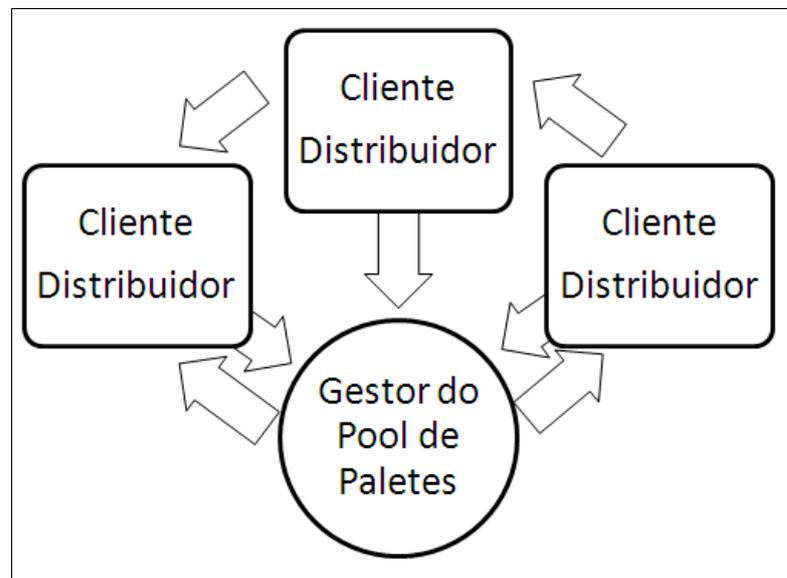


Figura 19 - Exemplo de Pool de Paletes
(Adaptado pelo Autor)

De acordo com a figura 20 pode-se observar que a movimentação ocorre a partir da injeção de paletes na cadeia pelo gestor do pool, e os membros desta cadeia que recebem este materiais os utilizam em seus processo de distribuição aos seus clientes, estes por sua vez podem fazer o mesmo uso ou devolvê-los ao gestor do pool que se encarrega pela coleta, manutenção e recolocação do material (no caso específico o palete) de volta na cadeia.

3. MÉTODO

O presente trabalho As etapas metodológicas que foram seguidas para alcançar o que foi proposto neste estudo estão descritas no fluxograma da Figura 18.

Segue abaixo uma breve visão do delineamento da pesquisa que tem o objetivo de facilitar a compreensão dos tópicos que foram abordados neste trabalho no que diz respeito ao método e procedimentos empregados.

3.1 PROCEDIMENTO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Como procedimento de coleta de informações, utilizou-se dados secundários. Dados secundários são aqueles já disponíveis na organização, contidos em manuais, fluxogramas e demais documentos organizacionais. A técnica de coleta para obtenção de dados secundários baseou-se na consulta a esses documentos. Richardson (1999, *apud* Moura, 2002, p. 70) ressalta que a análise documental “pode ser definida como a observação que tem como objeto não os fenômenos sociais, quando e como se produzem, mas as manifestações que registram estes fenômenos e as idéias elaboradas a partir deles”.

Foram utilizadas as mesmas ferramentas de coleta de dados e indicadores utilizados para avaliação das etapas da implementação do procedimento metodológico Seis Sigma na empresa:

- registros de reclamações de clientes;
- taxa de defeitos por produtos (*Product Defect Rate*);
- análise dos Indicadores de Desempenho da Empresa: taxa de defeitos de serviço, custo unitário, parada de processo por falta de material, e nível de estoque

1ª Etapa: Pesquisa teórico-conceitual - Esta etapa foi determinante para o encaminhamento do trabalho como um todo, pois permitiu a construção de um referencial teórico mais abrangente sobre a metodologia Seis Sigma, Qualidade e sobre Logística de Transporte. Além de permitir a elaboração do referencial teórico, esta pesquisa teve como propósito apresentar conceitualmente o procedimento utilizado na aplicação prática desta metodologia. Neste levantamento bibliográfico demonstrou-se a aplicabilidade do procedimento metodológico do Seis Sigma, ou seja, em quais as situações pode-se empregar as ferramentas propostas por este procedimento. Esta etapa será trabalhada no capítulo 4 deste estudo.

2ª Etapa: Estudo de Caso Exploratório - Esta pesquisa consistiu basicamente na obtenção de dados secundários provenientes da realização de um estudo de caso de cunho

exploratório que utilizou como procedimento específico a coleta de dados a partir do modelo DMAIC da metodologia Seis Sigma dentro do processo logístico em uma Indústria de Bebidas instalada no Pólo Industrial de Manaus. Nesta etapa buscou-se apresentar a situação da empresa antes da implementação e como se deu o processo de implementação.

O método do estudo de caso é adequado neste trabalho, pois nesta pesquisa busca-se descrever e analisar quais são os impactos que devem ser observados na implantação do procedimento metodológico Seis Sigma para buscar aumento na melhoria operacional da Empresa.

3ª Etapa: Aplicação do Procedimento Metodológico - A aplicação do procedimento metodológico do Seis Sigma é o ponto central desta etapa. Neste procedimento foi necessário combinar os indicativos da pesquisa teórico-conceitual com os subsídios do estudo de caso. Para esta aplicação optou-se pelo uso do modelo DMAIC.

O Procedimento metodológico utilizado neste trabalho foi um estudo de caso de cunho exploratório que utilizou como procedimento específico para coleta de dados o modelo DMAIC desta metodologia, cujo intuito foi de aplicar a ferramenta Seis Sigma em uma empresa instalada no Pólo Industrial de Manaus.

Em seguida foi realizada uma coleta de dados e de informações pertinentes ao processo de paletização de cagas para transporte na empresa estudada. Foram analisadas as ferramentas estatísticas e de qualidade aplicadas a partir do modelo DMAIC. Desta forma, foram analisados os resultados práticos da aplicação deste procedimento e por fim foi realizada a compilação desta pesquisa com apresentação dos resultados obtidos. Todas as etapas citadas acima foram realizadas dentro de um cronograma pré-estabelecido.

3.2 APRESENTAÇÃO DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO SEIS SIGMA

No contexto da implementação de um projeto Seis Sigma o estudo da aplicabilidade pode ser um recurso relevante, não apenas para a melhoria de desempenho dos processos produtivos, como também dos processos de negócios. Embora muitas das ferramentas para diagnóstico e melhoria da qualidade que também são utilizadas no DMAIC já estejam bem conhecidas na literatura e difundidas nos ambientes de manufatura, ainda se presenciam muitos problemas no que diz respeito ao conhecimento da aplicabilidade das ferramentas (SCHIPPERS, APUD SANTOS, 2005).

De acordo com Rechulski (2004) o modelo DMAIC é uma versão do Seis Sigma para melhoria de processos que utiliza amplamente a estatística tradicional de controle da

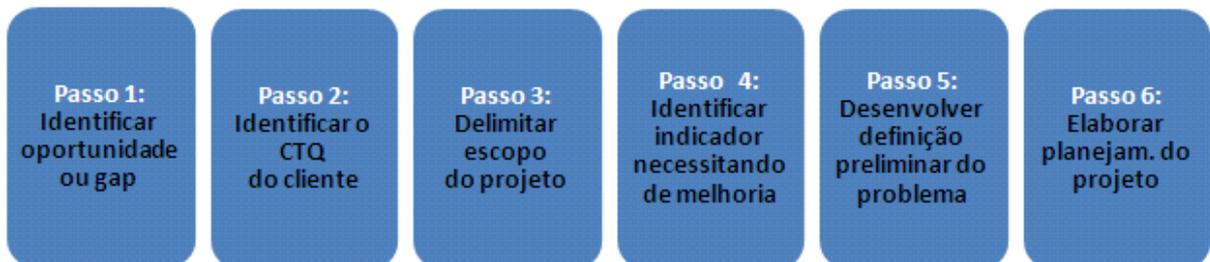
qualidade em cinco fases bem definidas. Aplicando estas fases o presente trabalho apresenta um procedimento metodológico e sua aplicação como solução de um problema específico em um processo já existente na Empresa.

O objetivo deste procedimento é facilitar a utilização do modelo DMAIC em uma empresa ou qualquer tipo de organização empresarial. Os elementos comuns das iniciativas Seis Sigmas são:

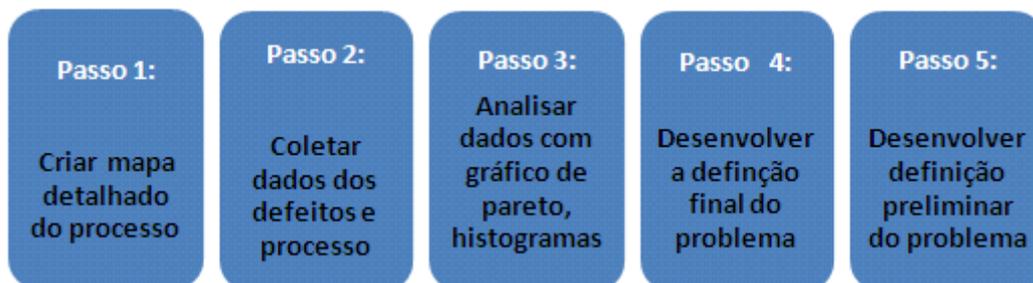
- Comprometimento e envolvimento da liderança;
- Atividades de melhoria são alinhadas aos objetivos dos negócios;
- Defeitos são definidos a partir das necessidades do cliente;
- O foco é a redução dos defeitos e da variação;
- O uso das metodologias disciplinadas de melhoria;
- Metodologia disciplinada para sustentar os ganhos;
- Tomada de decisão baseada em dados;

Na sequência apresenta-se o processo metodológico.

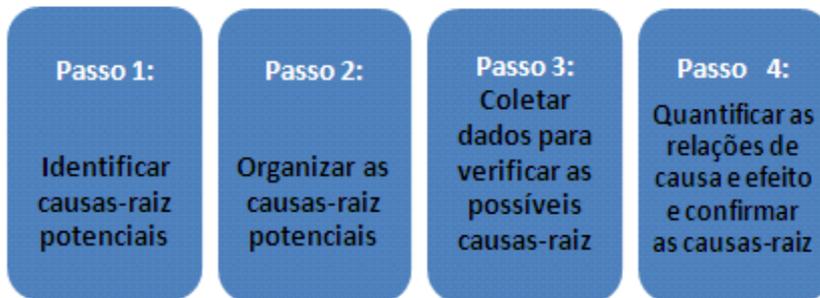
- **Etapa Definir:** Definir o cliente, seus CTQ (Critical to Quality, do inglês Críticos para Qualidade) e os procedimentos da equipe, além de mapear processos core do negócio.



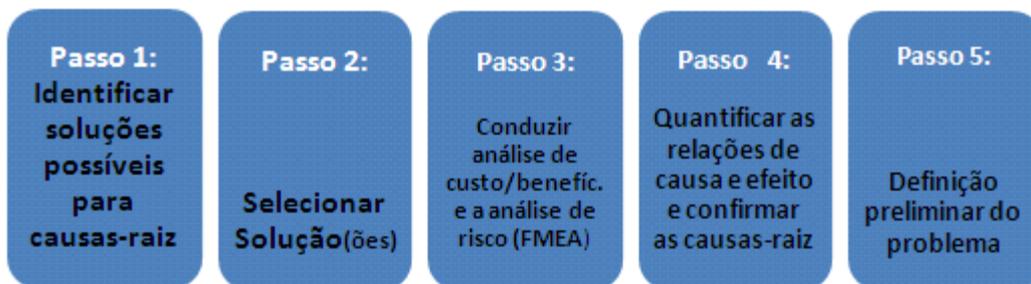
- **Etapa Medir:** Medir o desempenho do processo.



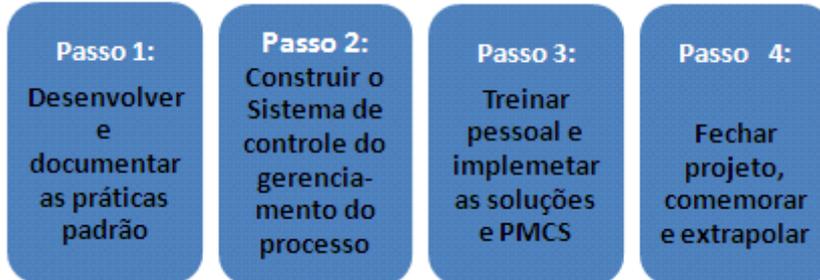
- **Etapa Analisar:** Analisar os dados e mapas do processo para determinar as causas-raiz e as oportunidades para melhoria.



- **Etapa Melhorar:** Criar, selecionar e implementar as melhorias.



- **Etapa Controlar:** Institucionalizar a melhoria e implementar o monitoramento contínuo.



O procedimento metodológico acima foi dividido em cinco fases e apresentado de forma resumida em setas com objetivo de um melhor entendimento de seu sequenciamento e também para facilitar sua aplicação em qualquer processo ou sub-processo com oportunidade de melhoria em uma indústria ou qualquer outro tipo de atividade ou negócio.

Vale ressaltar que no presente trabalho alguns dados obtidos na pesquisa referentes a valores monetários são apresentados em dólar americano e são referentes a uma cotação do período do ano de 2007 na seguinte relação $1,00(\text{US\$}) = 2,18(\text{R\$})$.

4. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo é apresentado um estudo de caso no qual detalha-se um procedimento metodológico para utilização do Seis Sigma, ou seja, como a Empresa utiliza as ferramentas do modelo para solução de um problema específico.

A natureza desta pesquisa é de caráter aplicativo, ou seja, objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigido à solução de problemas específicos. Ela envolve uma situação real e se destina à solução de problemas de interesse do setor industrial.

O método do estudo de caso é adequado neste trabalho, pois, nesta pesquisa busca-se descrever e analisar quais são os impactos que devem ser observados na aplicação da metodologia Seis Sigma e seus impactos nos indicadores operacionais da empresa em questão.

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Empresa pesquisada é uma unidade fabril de uma organização multinacional fundada em Atlanta, Estados Unidos. A escolha da referida empresa como objeto de estudo foi devido o nosso acesso aos dados necessários ao estudo e ao interesse por parte da direção da empresa em promover uma análise da implantação e aplicação da Metodologia Seis Sigma que já está bem consolidada na empresa.

Esta empresa tem como missão fornecer produtos e serviços, atendendo às necessidades do negócio, com responsabilidade ambiental e social. Ser reconhecida como uma organização líder que contribui para o crescimento daqueles com quem a empresa se relaciona é a visão da Empresa. Tem como política comprometer-se com o desenvolvimento de parcerias e o crescimento mútuo em seus relacionamentos, atuando de forma a promover a melhoria contínua do negócio, do meio ambiente e da segurança de seus associados.

Esta unidade instalada no Pólo Industrial de Manaus (PIM) é responsável pela produção de concentrados de bebidas para todos os fabricantes de refrigerantes que compõe este grupo no Brasil: São 17 grupos empresariais independentes, distribuídos nas cinco regiões geográficas do Brasil, chamados de fabricantes autorizados ou franquias, que elaboram o produto final em suas 41 unidades industriais e os distribuem aos pontos de venda. A unidade atende também aos fabricantes localizados no Paraguai, na Colômbia, no Chile e na Venezuela.

O Departamento de Logística da Empresa Y está dividido em 4 (quatro) sub-áreas, que são: compras, planejamento, inventário e transporte. A área de transporte é responsável pela

contratação dos transportadores e o controle de todos os processos relacionados ao transporte de cargas (insumos e produtos acabados). Para tanto, dispõe dos serviços de três (3) transportadoras que atendem a uma programação de carregamento pré-definida semanalmente.

O Seis Sigma está difundido em toda a organização, porém este trabalho se limitará a analisar a sua implementação em apenas em um processo da organização, que é a sub-área da logística da empresa, que esta relacionada ao transporte de produtos acabados, especificamente nos processos de paletização de cargas transportadas por via rodoviária.

4.2 APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO - A METODOLOGIA SEIS SIGMA NA EMPRESA Y.

A introdução do Seis Sigma em 2003 veio apoiar as iniciativas do Sistema de Gestão Integrado (SGI) que é bem consolidado na empresa. Este sistema conta hoje com normas internacionais implementadas e certificadas, tais como ISO 9001:2000 (Gestão da Qualidade), ISO 14001:2004 (Gestão Ambiental), OHSAS 18001:1999 (Gestão da Saúde e Segurança Ocupacional), ISO 22000:2005 (Gestão da Segurança do Alimentos), além da acreditação pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO) da norma ISO/IEC 17025:2005 (Gestão da Competência de Laboratórios de Ensaios e Calibração).

A iniciativa de implementação da metodologia Seis Sigma ocorreu por meio de um projeto global de melhoria da excelência operacional da empresa. Foi uma estratégia para melhorar a qualidade dos processos e serviços e aumentar a satisfação de seus clientes, buscando o atendimento de metas e sustentação de resultados, eliminando resultados que não agregam valor ao trabalho cotidiano, reduzindo tempos de operação e adicionando bons resultados à corporação.

Na implementação do programa Seis Sigma, os indicadores da Empresa Y foram reavaliados para que fossem identificados os principais indicadores operacionais da empresa. Tais indicadores estão descritos no Quadro 3. Todos os indicadores foram alinhados com os objetivos macros da companhia. Os indicadores selecionados são os que mais impactam o negócio da Empresa Y de forma a não gastar esforços com programas que não tragam resultados significativos para alcançar todas as metas corporativas.

Quadro 3 - Principais indicadores da Empresa Y.

| Indicador | Avaliação do Indicador |
|-----------------------------------|--|
| Ordem Perfeita | % de ordens perfeitas |
| Custo de Manufatura por unidade | Custo Total de Manufatura por unidade |
| Perda de Inventário | Valor de inventário perdido no período |
| Taxa de defeito no serviço | Reclamação dos clientes no período |
| Taxa de defeito no produto | Produtos defeituosos no período |
| Novos produtos lançados em tempo | Quantidades de produtos planejados e lançados |
| Produtividade | Produção / por overhead |
| Manutenção Preventiva x Corretiva | Manutenção Preventiva / Manutenção Corretiva |
| Ambientais | Consumo de água por SU, energia por SU e emissão de resíduos |
| Saúde e segurança Ocupacional | Número de acidentes e tempo de afastamento por acidentes |

FONTE: Empresa Y, 2006.

4.2.1 Etapa 1: Formação da equipe Seis Sigma

Para o início da implementação do Seis Sigma a matriz da Empresa Y fez um contrato nos Estados Unidos com a Consultoria *Oriel Incorporated*. Sua representante no Brasil *Setec Consulting Group* desenvolveu os treinamentos e acompanhamento dos projetos de Seis Sigma. Esta empresa possui sólidos conhecimentos na implementação e treinamento em Seis Sigma.

Foi criada uma equipe multidisciplinar, de modo que todos os departamentos tivessem representantes. Esta escolha foi baseada na capacidade que cada pessoa tem de influenciar, difundir e aplicar os conceitos Seis Sigma em seus centros de trabalhos, pois eles funcionaram como multiplicadores e mantenedores da metodologia Seis Sigma na Empresa Y (Quadro 3).

Quadro 4 - Relação Cargo & Função no grupo Seis Sigma

| Cargo na Empresa Y | Qt | Função na Equipe | Responsabilidade |
|--|----|---------------------|--|
| Gerentes, Diretores | 12 | Equipe de Liderança | Selecionar, alocar recursos, rever o progresso e quantificar os impactos do projeto |
| Gerentes | 11 | Patrocinador | Supervisionar um projeto de melhoria, remoção de obstáculos |
| Consultor Externo | 2 | Mestre Faixa Preta | Liderança técnica no preparo do Seis Sigma |
| Supervisores, Coordenadores | 14 | Faixa Preta | Coordenar tarefas, treinar <i>green belts</i> , e orientá-los na condução dos trabalhos |
| Supervisores, coordenadores, analistas | 39 | Faixa Verde | Auxiliar Black belts na coleta de dados, desenvolver experimentos e liderar pequenos projetos de melhoria em sua área de atuação |

FONTE: Empresa Y, 2006.

Conforme demonstrado no Quadro 4, pode-se observar a relação entre os cargos na empresa e as funções no grupo de trabalho Seis Sigma. Pode-se observar, também, que a Empresa Y tem em seu quadro de funcionários 79 pessoas treinadas para executarem atividades relacionadas às iniciativas Seis Sigma. Vale ressaltar que esta equipe foi formada por pessoas de áreas estratégicas.

A equipe passou primeiramente pelos treinamentos comuns a todos os membros de acordo com sua função na equipe de trabalho Seis Sigma. O programa inicial de treinamento estabeleceu um cronograma de formação dos *green belts* (do inglês faixas verdes) e *black belts* (do inglês faixas pretas) em um período de dois anos. Os membros escolhidos foram indicados pelo grupo de liderança do programa com o objetivo de que estes aprendessem a utilizar as ferramentas de qualidade em um ambiente Seis Sigma. Estes treinamentos tinham como objetivo desenvolver habilidades para a identificação e redução da variabilidade nos diversos tipos de atividades industriais.

4.2.2 Etapa 2: Escolha dos projetos na Empresa

Com a equipe formada, com os associados treinados nas ferramentas propostas pela metodologia Seis Sigma e com o apoio da empresa de consultoria e da alta gerência foram feitas as análises referentes aos processos da empresa que apresentavam alguma oportunidade de melhoria e que poderiam impactar nos seus resultados. Esta análise fez a ligação dos indicadores operacionais ou de gerenciamento de processo com os indicadores de alto nível da empresa, que são os indicadores de maior impacto nos objetivos macros da companhia. Esta relação está ilustrada na Figura 20.

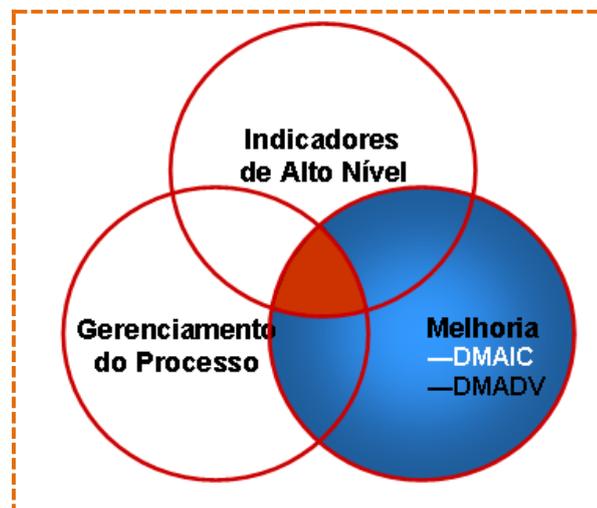


Figura 20 - Objetivo da Seleção
FONTE: Setec, 2006

Uma ferramenta utilizada para seleção de projeto foi a Matriz de Priorização, seu modelo pode ser visto no quadro 5.

Quadro 5 - Matriz de Priorização

| Área do Problema | Cliente (s) | Voz do Cliente (A) | Voz do Processo (B) | Voz dos Negócios (\$) (C) | Classificação Geral (D) |
|--|---|---|---|---|---|
| Entrega com atraso | | | | | |
| Alto Refugo | | | | | |
| Aumento das Reclamações | | | | | |
| Desenvolvimento Demorado do Produto | | | | | |
| Considerar apenas os problemas sob responsabilidade e controle da equipe | Qualquer pessoa (interna ou externa) que receba um produto ou serviço | Classificação baseada no impacto direto sobre a satisfação do cliente | Classificação baseada na diferença entre o desempenho atual e necessário para satisfazer os requisitos dos clientes | Classificação baseado no alinhamento ou na relação com as estratégias e políticas | Resultado da multiplicação A x B x C Investigar as melhores classificações |
| Classificação: | 1-Muito Leve | 2 – Leve | 3 – Moderado | 4 – Grave | 5 - Extremo |
| Nota: A voz do negócio normalmente inclui impacto financeiro (\$) | | | | | |

FONTE: Setec, 2006.

A equipe de liderança realizou uma técnica da qualidade conhecida como *brainstorming* (termo em inglês para designar troca de muitas idéias) para designar ‘projetos’ potenciais a serem desenvolvidos dentro da empresa e os priorizou, utilizando uma matriz de priorização, de acordo com modelo no Quadro 5. Nesta matriz observou-se o impacto junto aos clientes, e também analisou-se seu potencial em fornecer bons resultados financeiros.

Na Empresa foi observado um problema que estava relacionado ao processo de custos de paletização de cargas na empresa, após a identificação desta oportunidade de melhorias e por meio de análise da árvore decisória a equipe de liderança decidiu iniciar um projeto Seis Sigma por meio da modelo DMAIC para melhoria no processo de paletização na área de embarque de produtos acabados. A árvore decisória (Figura 20) é um fluxograma para escolha do tipo de projeto.

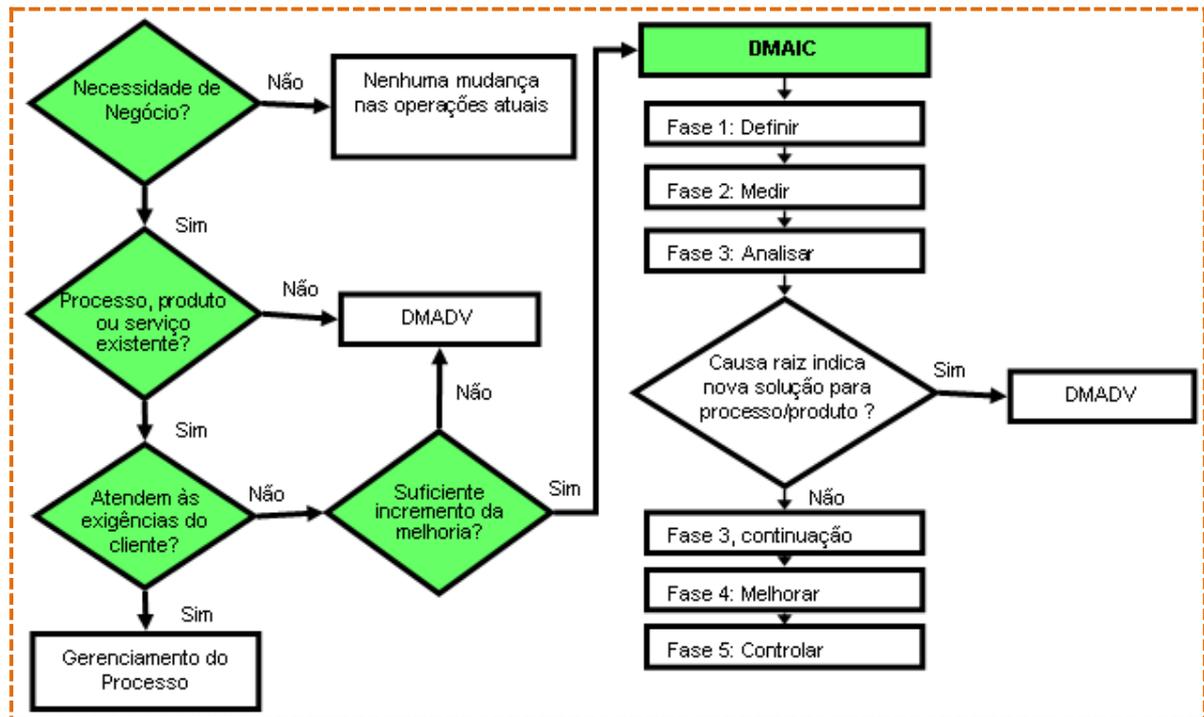


Figura 21 - Árvore Decisória
 FONTE: Setec, 2006.

De acordo com a Figura 21 pode-se observar que dependendo das perguntas que são feitas em relação ao processo que está sendo analisado, a empresa pode escolher um método de melhoria DMADV ou DMAIC.

4.2.3 Etapa 3: Aplicação do Procedimento Metodológico DMAIC no processo de paletização de produtos acabados

Todos os produtos acabados produzidos pela Empresa Y são enviados aos clientes via modal rodoviário. É de responsabilidade da Empresa Y a entrega no prazo acordado, sem avarias, e com a documentação referente à carga de acordo com requerimentos do cliente e requerimentos legais. Para execução destas entregas a empresa dispõe de três empresas transportadoras que são contratadas para atendimento destes requerimentos estas empresas colocam a disposição da Empresa Y uma equipe composta por 22 ajudantes, 4 conferentes e 2 operadores de empilhadeira, esta equipe é gerenciada por uma daquelas transportadoras.

Nesta atividade foi identificada a necessidade do desenvolvimento de um projeto Seis Sigma, que após a aplicação da árvore decisória determinou-se que a característica do projeto seria para o processo de paletização de cargas e o modelo utilizado seria DMAIC. As

ferramentas deste modelo foram usadas de acordo com as etapas do projeto, como descrito nas etapas seguintes deste trabalho.

4.2.3.1 Etapa Definir

Passo 1: Identificar a oportunidade ou Gap

A equipe iniciou o projeto a partir de oportunidades de melhoria identificadas pela equipe de liderança, tais como: Faltas constantes de paletes no processo de embarque, elevado valor de despesas com paletes, e crescente índice de defeitos nos paletes recebidos. Após esta análise buscou-se relacionar estes problemas com os indicadores de resultado da empresa. Segue demonstração desta análise.

A Figura 22 - Ocorrência de Falta de Material demonstra a evolução das ocorrências de falta de paletes em um período de tempo.

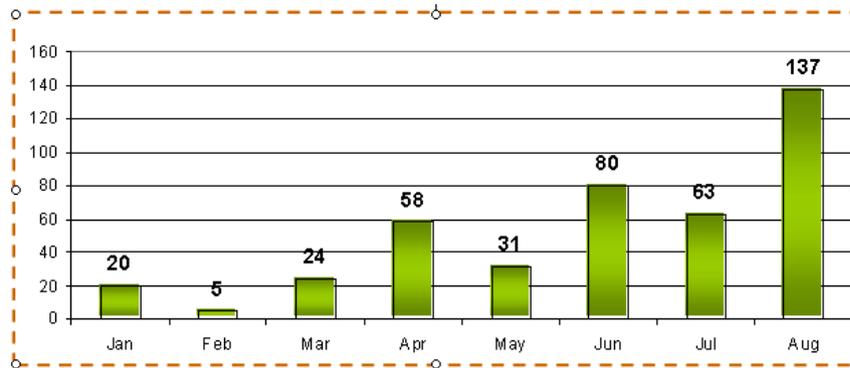


Figura 22 - Ocorrência de Falta de Material - Paletes
 FONTE: Empresa Y, 2006.

Conforme Figura 22, verificou-se que de janeiro a agosto de 2006 o número de ocorrências no relatório “Falta de Material” emitido pela empresa referente a paletes, apresentou um aumento de 585% no período. Isto significa que muitos processos de carregamentos foram impactados por falta de paletes.

Em alguns meses houve queda em relação ao mês anterior, mas considerando-se todo o período analisado houve um acúmulo destas ocorrências que representaram os números citados acima.

Na Figura 25 observa-se a relação de número de paletes rejeitados entre 2005 e 2006.

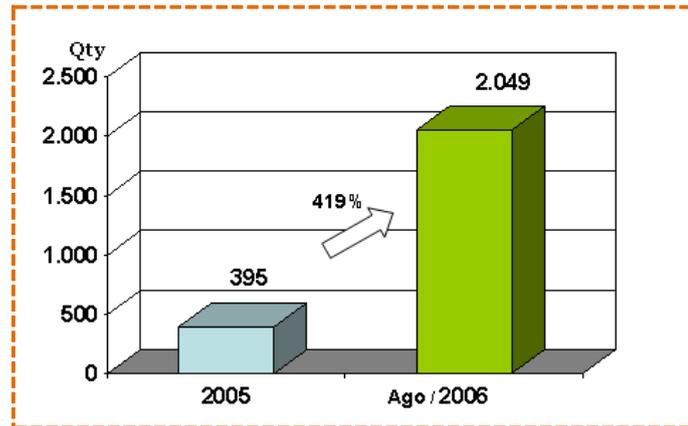


Figura 23 - Número de Paletes Rejeitados
 FONTE: Empresa Y, 2006.

De acordo com a Figura 23, verifica-se que em 2005 foram rejeitados 395 paletes e em 2006 este número saltou para 2049 peças, ou seja, o número de paletes rejeitados durante a inspeção interna de qualidade na entrada do estoque da Empresa Y, no período em questão, cresceu 419%. Como a empresa trabalha com estoque ajustado para o consumo da semana, um lote de paletes rejeitados pode gerar atrasos no processo de embarque.

Na Figura 24 apresenta-se o número de listas de materiais com erros.

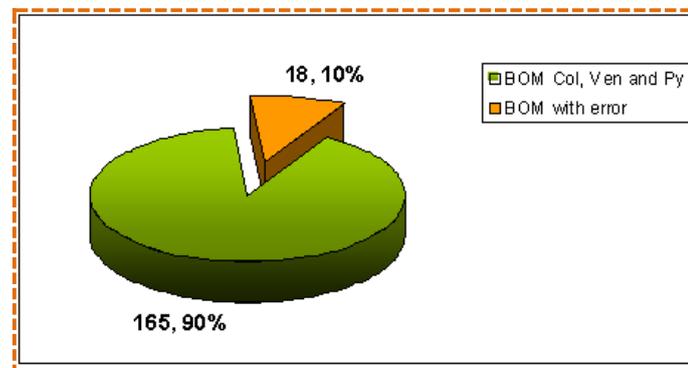


Figura 24 - Número de Listas de Materiais com Erros
 FONTE: Empresa Y, 2006.

Conforme Figura 24 foram analisadas todas as listas de materiais cadastradas no sistema informatizado da Empresa Y e observou-se que em 18 listas, ou seja, 10% de todas as listas de material, o palete listado estava em desacordo com a lista padrão para embarque. Isto dificulta a visualização e a rastreabilidade desta embalagem pelo sistema informatizado.

Passo 2: Identificar os CTQ do Cliente

Antes de escolher um projeto de melhoria, a Equipe de Liderança identifica indicadores financeiros e indicadores dos clientes relacionados aos atributos CTQs (Críticos

para a Qualidade). Tais Indicadores de Nível Superior relacionam-se à voz do cliente, à voz do processo e à voz dos negócios.

A equipe identificou três principais clientes da empresa interessados no projeto:

- Clientes Externos: Fabricantes / Engarrafadores;
- Clientes Internos: Departamento de Logística e Departamento de Produção.

Após pesquisa realizada na segunda semana de agosto de 2006 junto a quarenta e dois clientes a equipe de liderança definiu que as Características Críticas para a Qualidade (CTQ), são:

- Impacto no Custo do Palete;
- Disponibilidade de paletes de acordo com necessidade no tempo e na quantidade;
- Paletes de acordo com especificações de qualidade

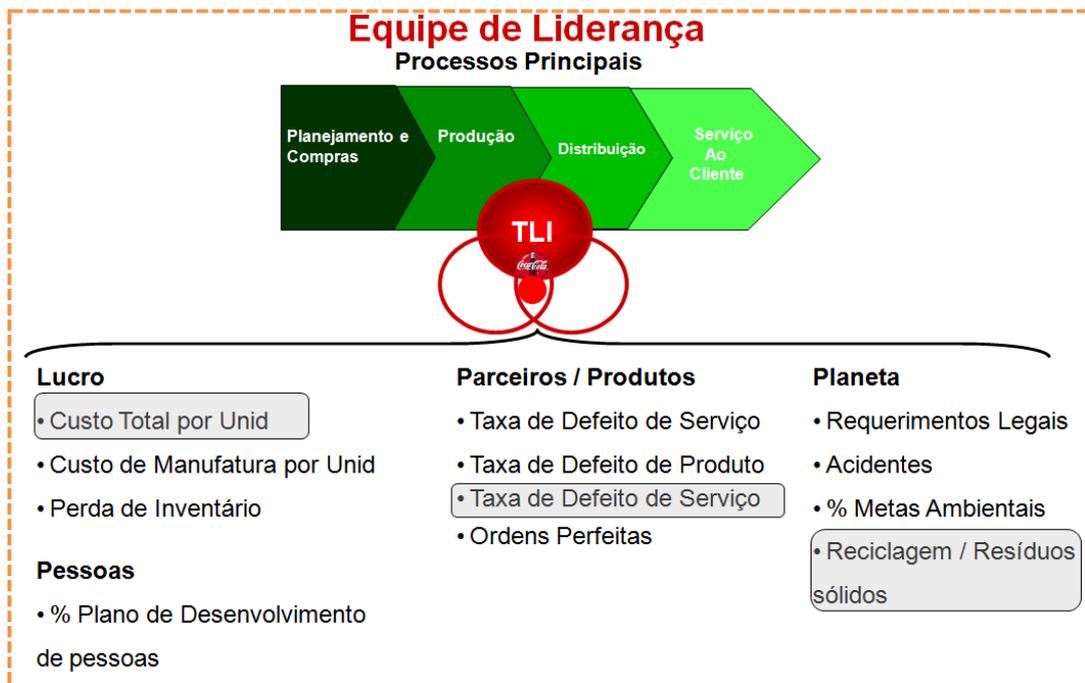


Figura 25 - Indicadores de Alto Nível (TLI – Top Level Indicators)

FONTE: Empresa Y, 2006.

De acordo a Figura 25 demonstram-se os impactos dos problemas nos indicadores de Alto Nível da Empresa Y, conhecidos como TLI (do inglês *Top Level Indicators*). Os impactos nos indicadores custo por unidade, taxa de defeito de serviço e metas ambientais levaram a equipe de liderança escolher o processo de configuração de embarque como uma oportunidade de melhorar o negócio da empresa.

Passo 3: Delimitar o Projeto:

Após a análise dos impactos nos indicadores a equipe buscou demonstrar o desdobramento dos principais processos da empresa até os sub-processos a serem analisados. Ou seja delimitar o projeto, isto ajudou a equipe a ganhar perspectiva do negócio e a focar o escopo do projeto através de uma série de níveis de processo. Segue um diagrama (Figura 22) para esta demonstração.

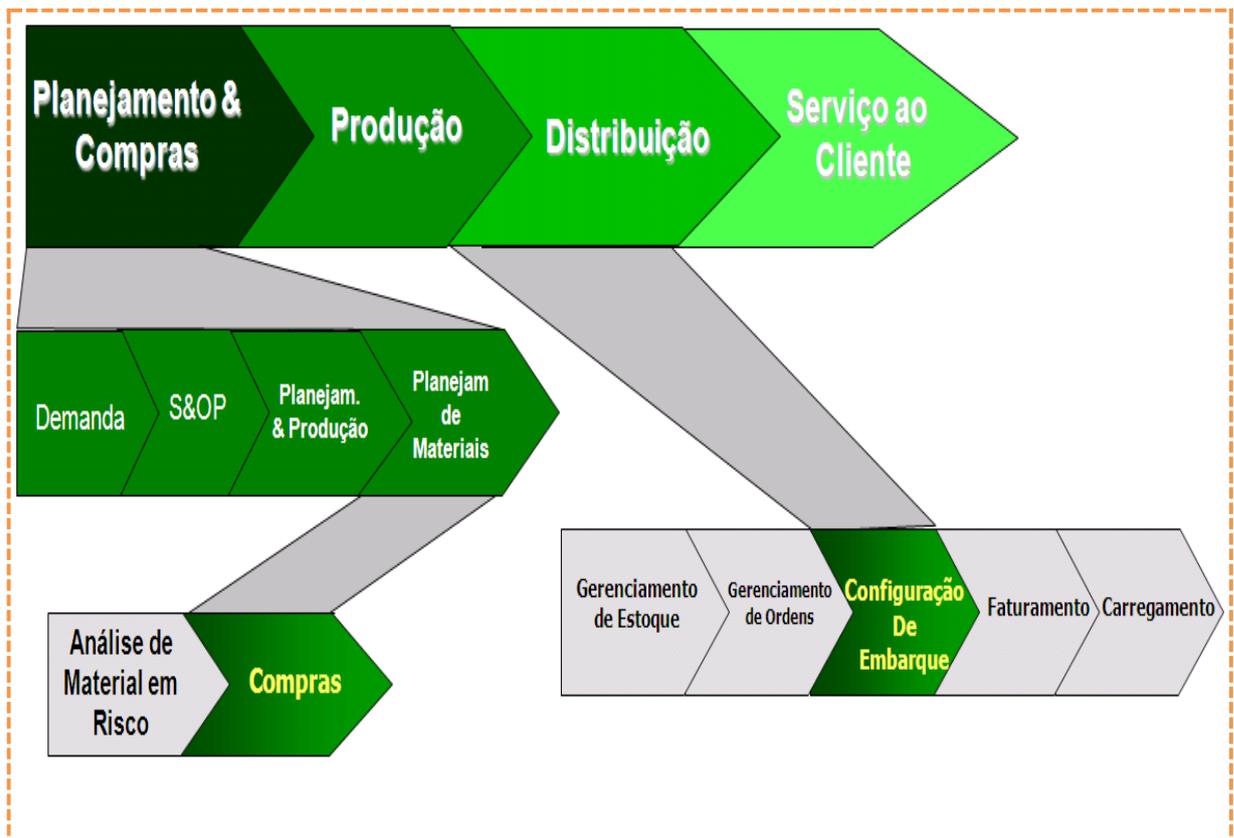


Figura 26 - Diagrama de serpente Distribuição e Planejamento e Compras
 FONTE: Empresa Y, 2006.

Conforme Figura 26, foi elaborado o Diagrama de Serpentes para definir os principais processos e sub-processos nos quais o projeto deveria ser focado. Desta forma pode-se observar que a partir do processo “Planejamento e Compras” chega-se ao sub-processo “Planejamento de Materiais” e subseqüentemente ao sub-processo “Compras”. Outro desdobramento observado neste diagrama foi que a partir do processo “Distribuição”, chega-se ao sub-processo “Configuração de Embarque”, o qual será analisado de acordo com a metodologia do modelo.

Em seguida foi elaborado o planejamento do projeto utilizando o Formulário de Planejamento do Projeto (Figura 23). Neste formulário identificaram-se os membros Green Belts (Faixa Verdes) da equipe, seu tempo de dedicação e um cronograma estimado para o projeto. Este plano foi aprovado pela Equipe de Liderança.

Passo 4: Identificar indicador precisando de melhoria

O diagrama “Serpentes e Escadas” é utilizado para identificar os limites de um projeto DMAIC e os Indicadores (criando o problema) que precisam de melhoria. As “Serpentes” ou divisas são processos core ou subprocessos. As “Escadas” ou gráficos de tendência são TLIs ou Indicadores Outcome. Esses são os indicadores que precisarão de melhoria. Segue Diagrama de Serpentes e escadas utilizadas para identificação dos indicadores precisando de melhoria.

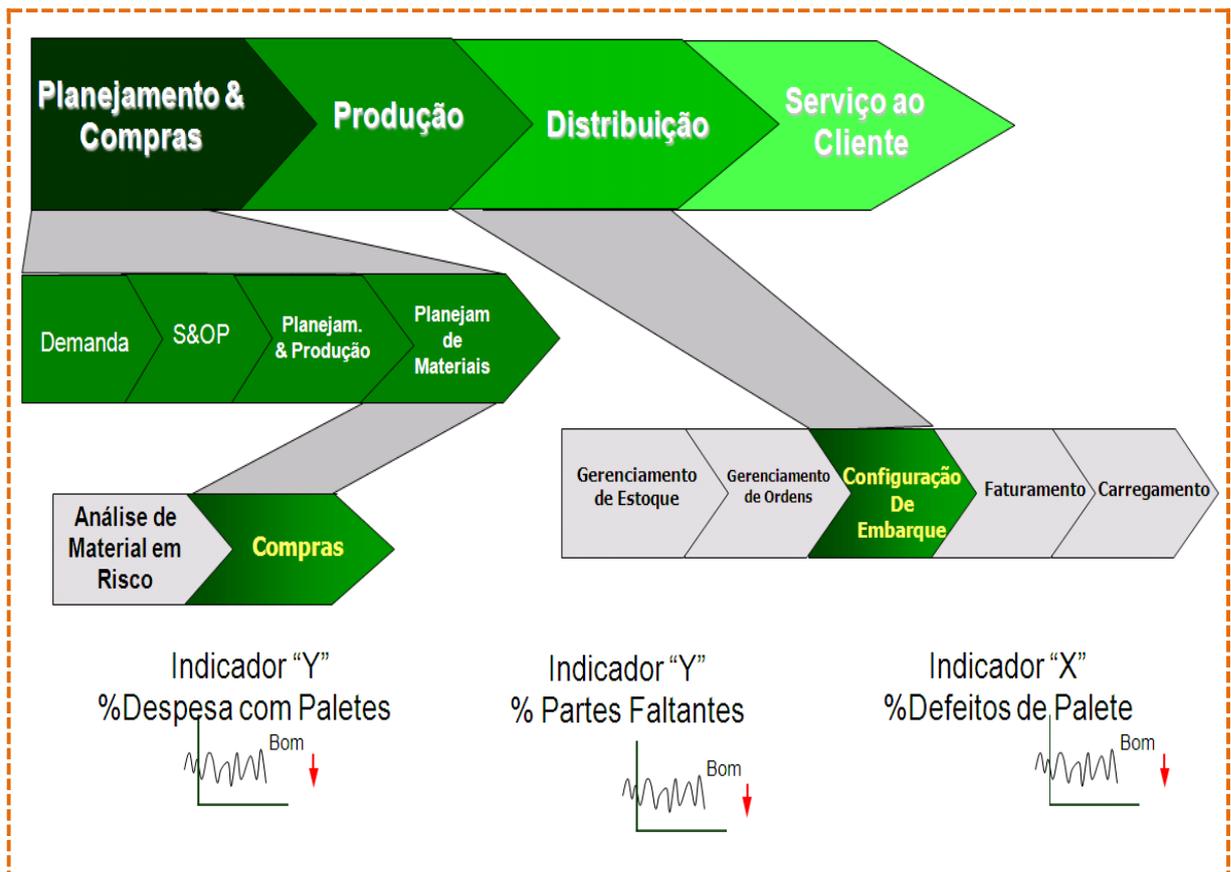


Figura 27 - Diagrama de serpente – Identificação de Indicadores
FONTE: Empresa Y, 2006.

Na Figura 27 demonstra-se os indicadores que precisam de melhoria na Empresa Y que são eles percentual de despesa com paletes, percentual de partes faltantes e percentual de defeitos de paletes. Todos estes três indicadores estão ligados a indicadores de alto nível da Empresa Y pois são indicadores de subprocessos desdobrados de processos principais.

Passo 5: definição Preliminar do problema

Nesta etapa definiu-se de forma preliminar o problema a ser trabalhado a partir das informações apresentadas no passo anterior. Foram identificados os indicadores afetados pelo

problema e buscou-se estimar o possível benefício financeiro do projeto. Foram analisadas alguns dados antes da criação da definição preliminar do problema, tais como as despesas totais com paletes. Na figura 28 demonstram-se graficamente estas informações.

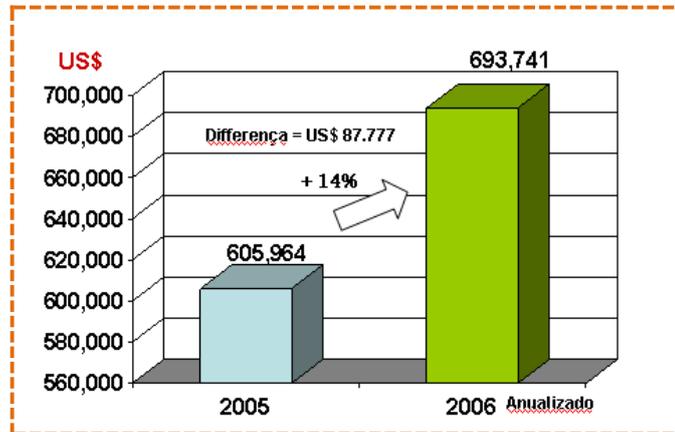


Figura 28 - Despesas com paletes entre 2005 e 2006
FONTE: Empresa Y, 2006.

A Figura 28 demonstra o valor das despesas com paletes referentes ao período de 2005 e 2006. No ano de 2005 foram gastos US\$ 605,964.00 e no ano de 2006 foi previsto gasto de US\$ 693,741.00, isto representou, no período em análise, um crescimento desta despesa na ordem de 14%.

Seguindo as análises foram levantados dados referentes a paletes embarcados e custos totais com paletes (Figura 29).

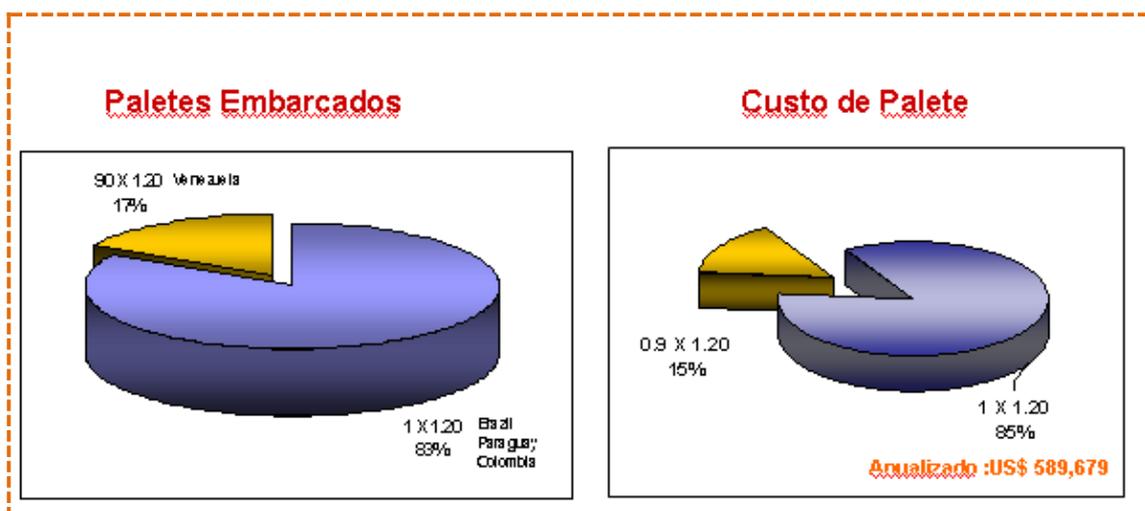


Figura 29 - Paletes Embarcados & Custo Total de Paletes
FONTE: Empresa Y, 2006.

De acordo com as Figuras 29 demonstram-se os dados de quantidade, tipo e despesa total com paletes. Desta forma foi observado quanto cada tipo de palete representa no valor total das despesas com paletes. Conforme Figura 28, observou-se que 83% dos paletes embarcados são do tipo 1,00 m x 1,20m e que estes mesmos paletes representam 83% do total das despesas com este material, ver Figura 28.

A seguir na Figura 30 apresenta-se informações referentes a despesa com fumigação de paletes entre os anos de 2005 e 2006.

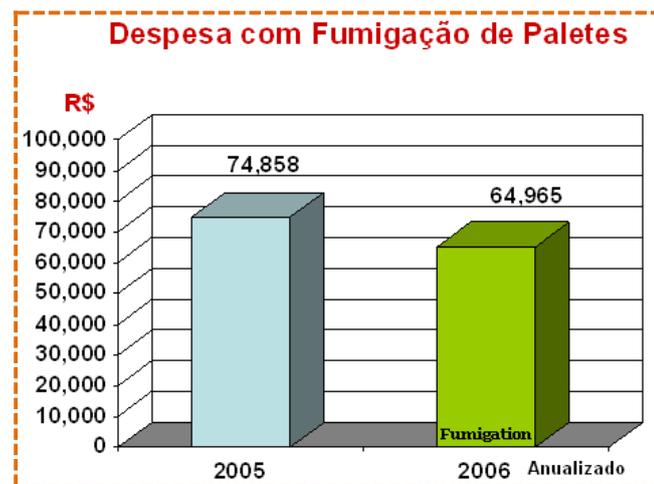


Figura 30 - Despesa com fumigação de paletes
FONTE: Empresa Y, 2006.

De acordo com a Figura 30 pode-se observar outro dado analisado nesta fase do projeto que foi a despesa total na Empresa Y com fumigação de paletes (tratamento químico a base de brometo de metila visando a proteção contra pragas) no período entre 2005 e 2006, constatou-se que esta despesa no ano de 2005 foi de R\$ 74.858,00 (setenta e quatro mil, oitocentos e cinquenta e oito reais), e no ano de 2006 foram gastos R\$64.965,00 (sessenta e quatro mil, novecentos e sessenta e cinco reais).

Após a análise destes dados constata-se que o problema no processo de embarque referia-se aos seguintes fatores: baixa qualidade dos paletes entregues na empresa e falhas no serviço de reposição deste material por parte do fornecedor. Além disso, foi verificado que muitas ordens eram controladas manualmente, pois havia várias listas de materiais que estavam erradas o que dificultava o controle do estoque deste material em um nível adequado para atendimento das ordens. Foi analisado, também, que as despesas com paletes cresceram e que o maior impacto neste número referia-se a um tipo específico deste material.

Após apresentação e estudos dos dados coletados e apresentados nesta fase estabeleceu-se a definição preliminar do problema foi apresentada como segue:

- 10% das listas de materiais controladas pelo sistema informatizado apresentavam erros;
- O número de ocorrências no relatório de falta de material cresceu 585% no período de janeiro a agosto de 2006;
- O número de paletes rejeitados cresceu em 419% em relação a 2005;
- As despesas totais com paletes cresceram 14%, cujo maior impacto é representado pelos paletes 1,0m x 1,2m usados no transporte nacional de produtos acabados.

Passo 6: Elaborar o Planejamento do Projeto.

Nesta etapa fez-se um planejamento documentados do procedimento DMAIC, que consiste em um Formulário de Planejamento do Projeto que está na página seguinte na Figura 31. Fez um plano de comunicação na qual comunica-se as partes interessadas onde define-se o que comunicar, quando comunicar e como comunicar. Segue exemplo do formulário utilizado neste plano de comunicação.

| Papel | Quem Comunicar | O Que Comunicar | Quando e Como Comunicar |
|---|----------------|-----------------|-------------------------|
| Líder da Equipe (BB) (se não for você) | | | |
| Membro da Equipe | | | |
| Sponsor(s) | | | |
| Instrutor (MBB) | | | |
| Dono do Processo | | | |
| Clientes | | | |
| Outras Partes Interessadas | | | |

Figura 31 - Formulário do Plano de Comunicação
FONTE: Empresa Y, 2006.

| <h2 style="text-align: center;">Formulário de Planejamento do Projeto</h2> <h3 style="text-align: center;">DMAIC: Melhoria na Logística de Paletes</h3> | | | | | | | | | | | | | | Planejado Realizado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|-----|-------------------------------------|------|---|----------|---------------|----|----------|-----------|----|----------|--------------|------------------------|-------|-----------|----|---|---|---|--|-----|---|---|---|-----|---|---|---|--|---|---|---|--|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|--|--|--|------------------------|
| Unidade de Negócio: Empresa Y(Manaus) Area: Logística | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gap de Negócio: BP2006: De Jan a Ago 2006 despesas com paletes foram R\$ 952,861. Controle de processo e padronização devem ser melhorados. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipe</th> <th>Área</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M. SILVA</td> <td>Produção (BB)</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>H. NEVES</td> <td>Logística</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>A. ALVES</td> <td>Serv Cliente</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>SOUZA</td> <td>Qualidade</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table> | | | Equipe | Área | % | M. SILVA | Produção (BB) | 40 | H. NEVES | Logística | 25 | A. ALVES | Serv Cliente | 25 | SOUZA | Qualidade | 25 | Patrocinador: NEVES Recurso : J. SILVA MBB Abraham Linclon | | | Experiencia da Equipe: * Área de logística e operação, Oportunidade de Negócio: *Financeira é R\$952,861 anualizado. *Impacto na cadeia de suprimentos de paletes. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipe | Área | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M. SILVA | Produção (BB) | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H. NEVES | Logística | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A. ALVES | Serv Cliente | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SOUZA | Qualidade | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Período: Agosto 2006 – Janeiro 2007 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tempo Projeto | Mês | Ago | | | | Set | | | | Out | | | | Nov | | | | Dez | | | | Jan | | | | Fev | | | | Mar | | | | Abr | | | | Mai | | | | Jun | | | | Jul | | | | Ferramentas Utilizadas |
| | Semana | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | |
| Definir | Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Diagrama de Serpentes/SIPOC/Pareto Pesquisa Clientes, Grafico de Tendência | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realizado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Medir | Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Gráfico de tendência, pareto, mapa de processo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realizado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analisar | Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fluxograma de processo Causa-Efeito, Dados historicos, Follow Up | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realizado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Melhorar | Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Matrizde seleção, Analisede custobenefícioe FMEA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realizado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Controlar | Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Gerenciamentode processo, Gráficode controle, Gráficode tendência. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realizado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 32 - Formulário de Planejamento de Projetos
 FONTE: Empresa Y, 2006.

Conforme demonstrado na Figura 32, criou-se, também, o cronograma e o plano de desenvolvimento do projeto, com o detalhamento do escopo do projeto, as fases, os responsáveis por cada atividade, as principais ferramentas da qualidade que utilizadas em cada fase, prazo para conclusão do projeto e a oportunidade do negócio.

O tempo real é representado no Formulário de Planejamento do Projeto (FPP) com uma barra horizontal verde. O foco é avaliar o prazo do projeto e a alocação de recursos o qual foi atualizado ao longo do andamento das etapas do procedimento metodológico.

4.2.3.2 Etapa Medir

Nesta etapa a meta principal é medir o desempenho atual do processo e diminuir a área do problema. A fase medir inicia-se com o mapa detalhado do processo. A equipe de projeto coleta os dados referentes aos defeitos, analisa-os e então estreita a área do problema. Esta fase é finalizada com o desenvolvimento da Definição Final do Problema, o que inclui a meta de melhoria e o impacto financeiro.

Passo 1: Criar mapa detalhado do processo.

Os dados dos defeitos e do processo foram analisados por meio das seguintes ferramentas: gráficos de controle, gráfico de Pareto e gráfico de tendência, para apoiar as ferramentas da metodologia Seis Sigma foram utilizadas Mapeamento de Fluxo de Valor (Estado Atual), Diagrama de Espaguete.

Para dimensionar o problema de maneira visual criou-se o mapeamento do fluxo de valor de forma a representar graficamente (Figura 30) as seqüências das operações que formam este processo.

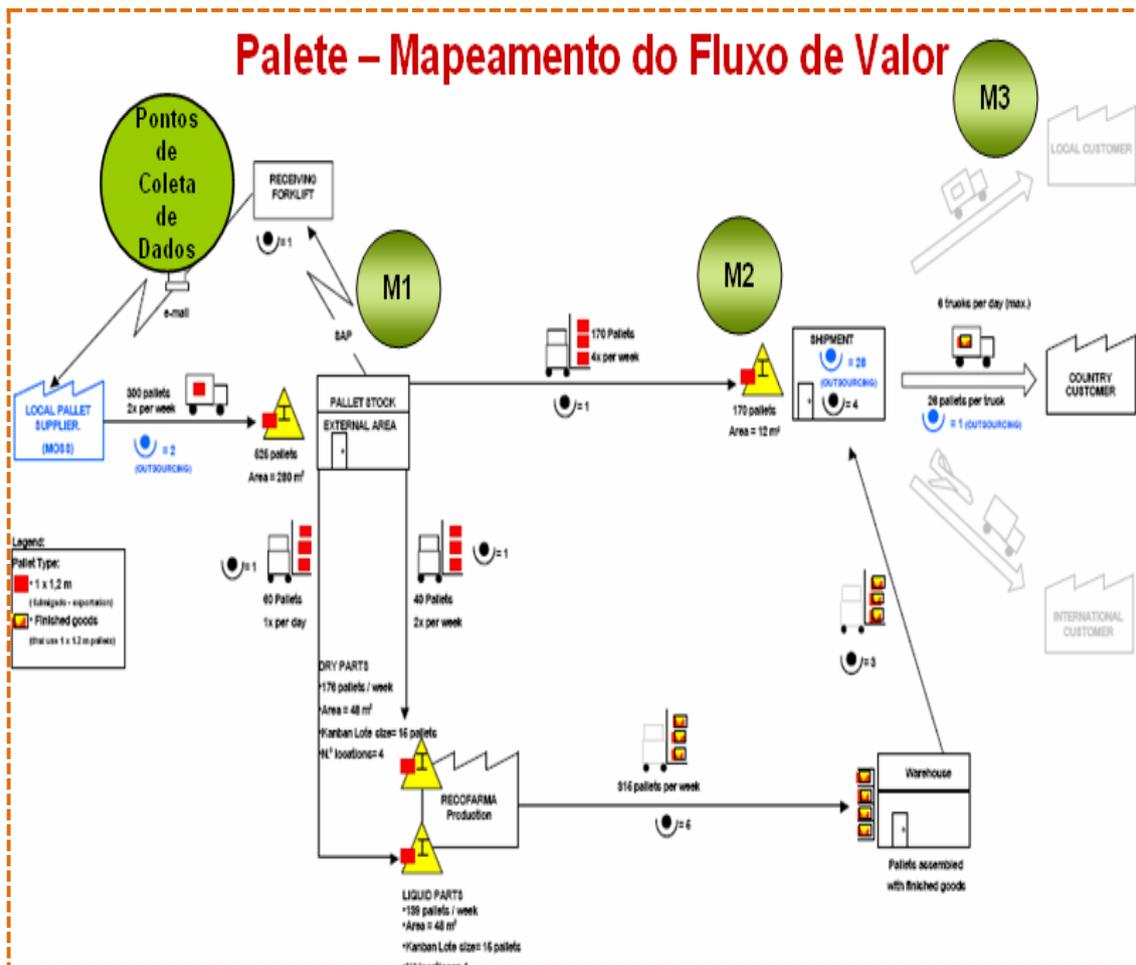


Figura 33 - Mapeamento do Fluxo de Valor
 FONTE: Empresa Y, 2006.

De acordo com a Figura 33 pode-se ter uma visão geral sobre todas as operações existente nesta área da logística do palete, permitindo tomadas de decisões e criação de possíveis alterações no *lay out* do estoque. A partir dessa ferramenta foi possível visualizar os pontos de coleta dos indicadores os quais foram chamados de M1, M2, M3. O indicador M1 terá os dados coletados na área de recebimento de paletes, o indicador indicado como M2 terá como ponto de coleta a área de embarque de produtos acabados da empresa, e o indicador M3 terá como ponto e coleta o cliente final da Empresa Y.

Passo 2: Coletar dados nos defeitos e no processo.

A coleta de dados é definida de acordo com indicadores e pontos de medição conforme demonstrado no quadro de indicadores (Quadro 5).

Quadro 6 - Sumário do Plano de Coleta de Dados

| Indicador | Ponto de Medição | O Que Medir |
|-----------|------------------|-----------------------------------|
| Y1 | M1 | % Ocorrência de Falta de Material |
| Y2 | M2 | % Despesas com Paletes |
| Y3 | M3 | % Palete Fumigado sem necessidade |

FONTE: Empresa Y, 2006.

De acordo com o Quadro 6 foram estabelecidos indicadores saída que receberam a denominação Y. O indicador Y1 será representado pelo percentual de ocorrências de falta de material, o indicador Y2 indicará o percentual de despesas com paletes e o indicador Y3 terá como saída o percentual de paletes fumigados sem necessidade. Os três indicadores terão seus dados coletados nos pontos M1, M2 e M3 respectivamente conforme Quadro 6.

Para cada indicador definido foi criado um plano de coleta de dados que afetam diretamente os indicadores a serem analisados. Esta coleta foi realizada no período de agosto a setembro de 2006 nos relatórios gerados dentro da própria empresa. Os resultados foram apresentados de acordo com os gráficos que seguem:

Na coleta de dados, para o indicador Y1 - Ocorrência de Falta de Material analisou-se e o número de ordens de produção e vendas criadas sem que houvesse saldo

no estoque de paletes disponíveis para consumo/uso. Ilustração por meio de gráfico de controle demonstra estes dados. Ver Figura 34.

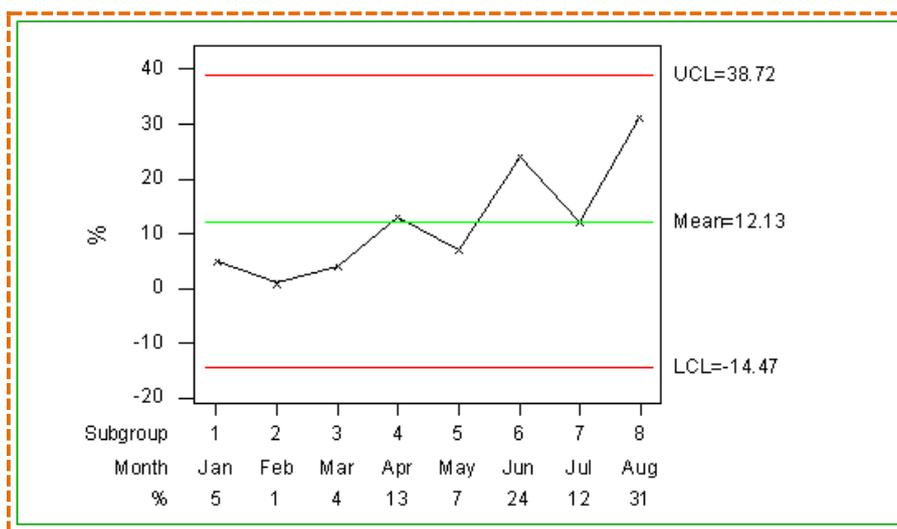


Figura 34 - Ocorrência Falta de Material_2005

Fonte: Empresa Y, 2006.

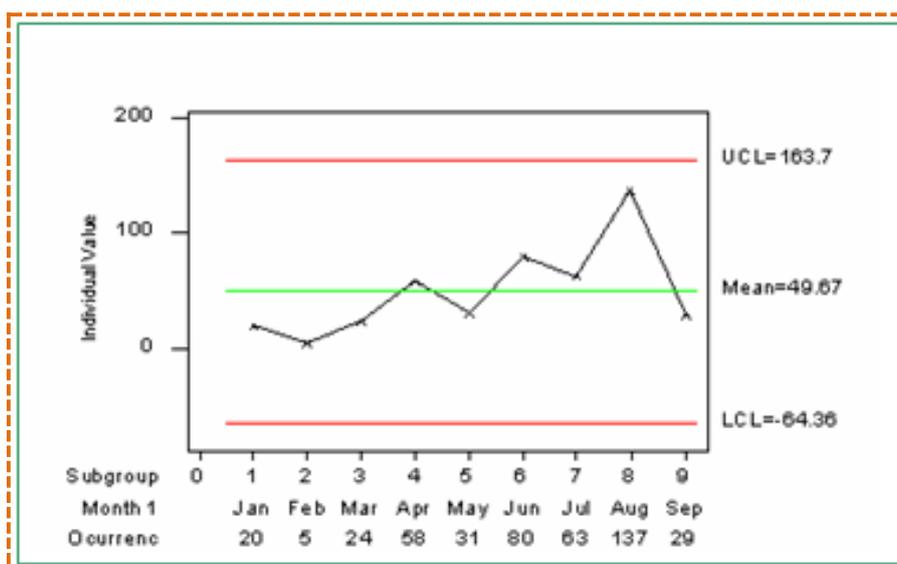


Figura 35 - Ocorrência Falta de Material_2006

Fonte: Empresa Y, 2006.

De acordo com a Figura 35 faz-se um comparativo referente a falta de material entre os anos de 2005 e 2006. Observa-se uma constante falta de material no período de janeiro a agosto de 2006, o qual demonstrado na figura em que há uma tendência de crescimento no período observado

Conforme a Figura 35, também, pode-se observar que houve um crescimento de 520% no período de janeiro a agosto de 2006 em número de ocorrências em comparação ao ano anterior.

Na medição do indicador Y2 - Despesas com Paletes foram analisados os dados de quantidades consumidas e despesa total com paletes, ver Figura 36 e Figura 37.

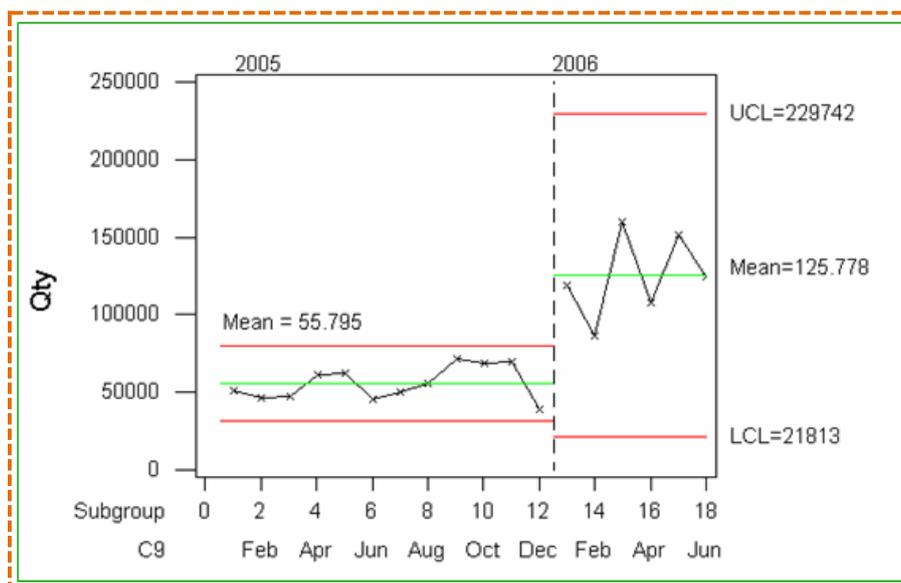


Figura 36 - Despesas com paletes
Fonte: Empresa Y, 2006.

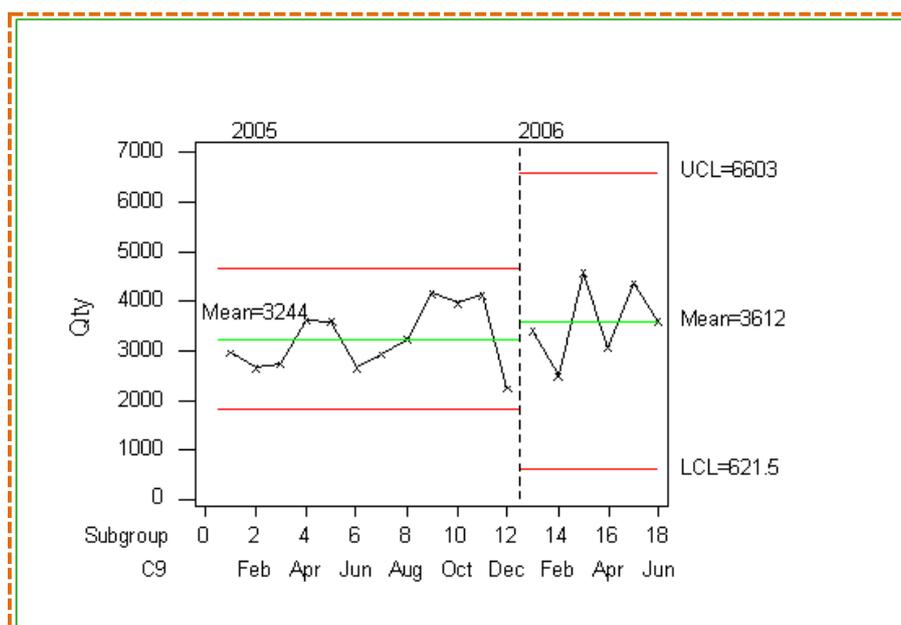


Figura 37 - Consumo total de paletes
Fonte: Empresa Y, 2006.

Conforme Figura 36 pode-se observar uma evolução na média do valor de despesa total com paletes entre os anos de 2005 e 2006, pode-se observar que o aumento da despesa foi de 225%. Quando se fez o mesmo levantamento comparativo para dados referentes a quantidade de paletes consumidos no período de 2005 e 2006 observa-se a partir do Figura 33, um crescimento de 11% neste número. Esta informação complementa a análise do indicador Y2 de despesas totais com paletes,

porém demonstra uma disparidade entre aumento do consumo em 11% e o da despesa que foi da ordem 225%.

Passo 3: Analisar o dados com ferramentas como gráfico de pareto.

Os dados levantados no período de agosto a setembro de 2006, foram analisados nesta etapa do procedimento. Os dados referem-se ao consumo de paletes por cliente, ou cidade atendida no Brasil e em outros países atendidos pela empresa. Ver demonstração na Figura 34 a seguir.

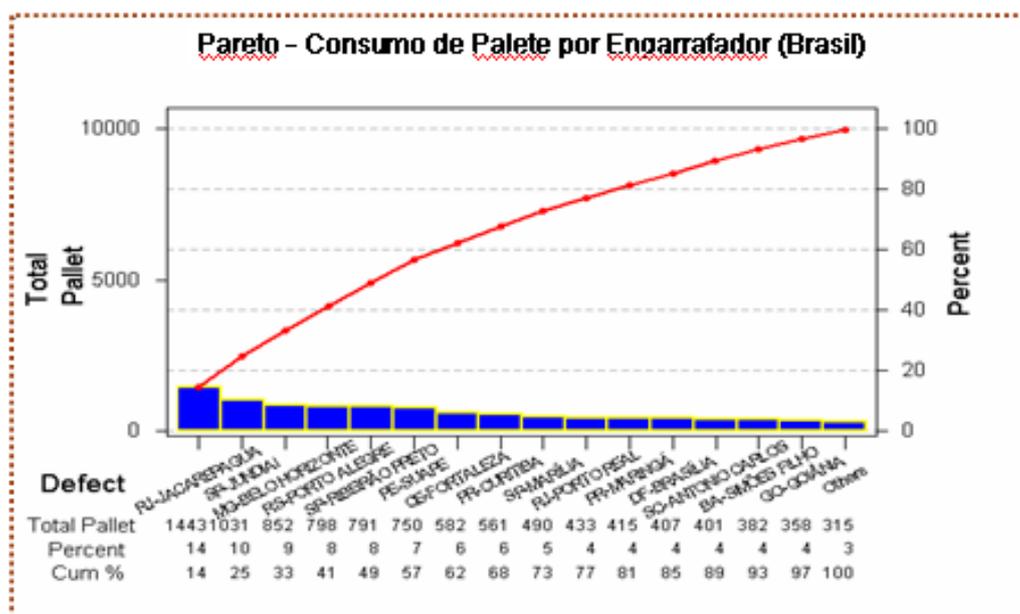


Figura 38 - Consumo de Paletes por Engarrafador (Brasil) em 2006.
Fonte: Empresa Y, 2006.

Conforme Figura 38 a coleta de dados referente a consumo de paletes dos clientes no Brasil foi demonstrada por meio de um Gráfico de Pareto para os clientes/cidades que apresentaram um consumo maior que 300 paletes no período de janeiro a agosto de 2006. Constatou-se que os fabricantes localizados em Jacarepaguá (RJ), Jundiaí (SP) e Belo Horizonte (MG), representam 33% do total de paletes consumidos no transporte de produtos acabados.

Em seguida foram levantados e analisados os dados de consumo de paletes por cliente em outros países. Ver demonstração na Figura 35.

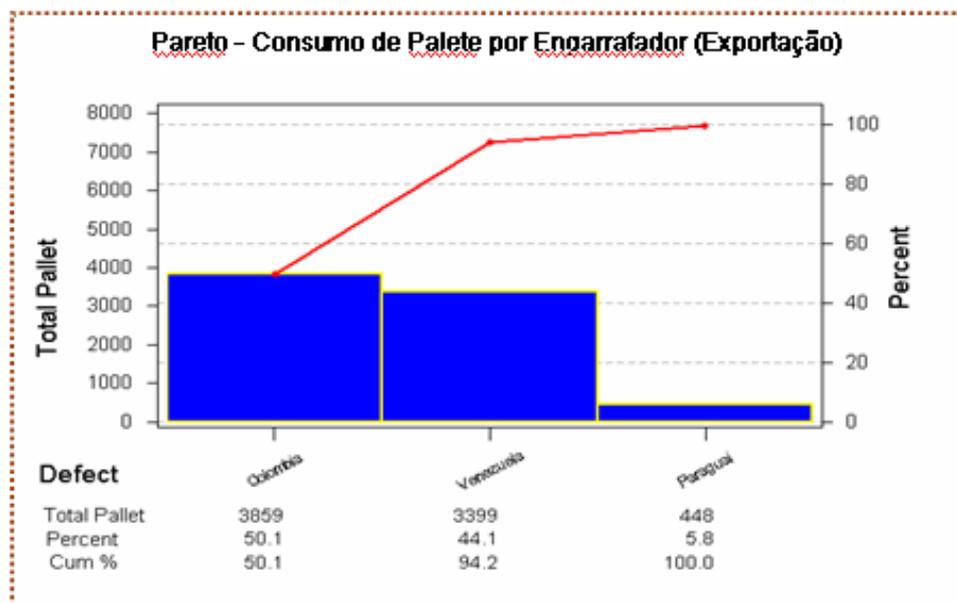


Figura 39 - Consumo de Paletes por Engarrafador (Exportação) em 2006
Fonte: Empresa Y, 2006.

De acordo com demonstração a Figura 39 a coleta de dados referentes a consumo de paletes por clientes foi estendida para os processos de exportação para Colômbia, Venezuela e Paraguai. Os dados obtidos foram demonstrados por meio de um Gráfico de Pareto no qual foi evidenciado que os embarques para Colômbia e Venezuela representaram 94,2% de todos os envios nos processos de exportação no período de janeiro a agosto de 2006.

Mapeamento do Estado Atual (Movimentação Interna)

Nesta tapa foi realizado o mapeamento do estado atual da área de embarque. Avaliando-se os processos de movimentação de separação de paletes do estoque até a área de paletização na plataforma de embarque.

Foram realizadas observações por todo o fluxo de valor deste processo, procurando obter-se entendimento das operações, de suas seqüências e dos principais pontos a serem abordados. Foram medidas e coletadas informações, de tempo de ciclo, atividades realizadas por cada operador, máquinas e equipamentos necessários, fluxos de informação e fluxo de materiais. Verificou-se que o tempo real de agregação de valor era baixo, pois o tempo de deslocamento era muito elevado. Com estes dados foram identificados onde existiam os maiores desperdícios e tomadas às ações para eliminá-los, (tais ações serão analisadas na etapa Analisar).

A seguir pode-se observar graficamente (Figura 36) este mapeamento.

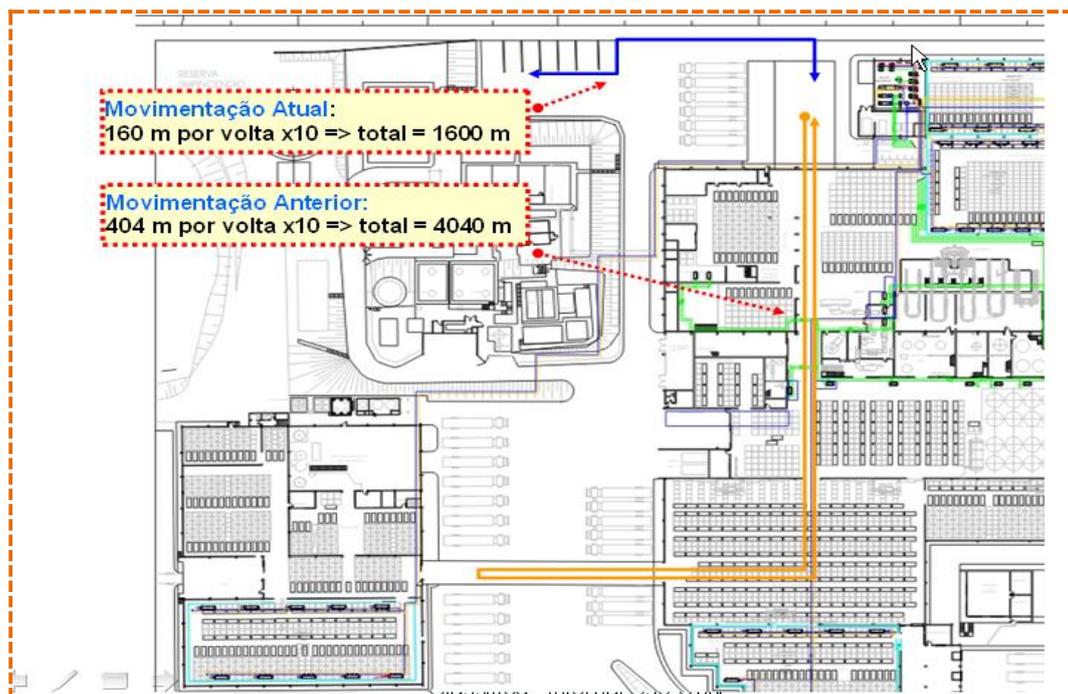


Figura 40 - Diagrama de Espaguete
Fonte: Empresa Y, 2006.

A elaboração de um mapa de estado atual é extremamente importante para a avaliação das oportunidades, pois devem ser discutidas projeções do estado futuro. Então, foi criado o diagrama de espaguete, Figura 40, para se analisar o *layout* e tempo de movimentação para separação de paletes e propor alterações no *layout*. Verificou-se que havia muito desperdício por excesso de movimentação, pois os operadores de empilhadeira se deslocavam em média 4040 metros para realizar uma operação.

Com base nesta informação foi proposto a mudança da área de estocagem de paletes para redução do tempo e distancia de deslocamento.

Pesquisa com Clientes / Engarrafadores

Foi realizada junto aos clientes, um universo de 47 clientes (41 no Brasil, 5 na Venezuela, 1 na Colombia). Esta pesquisa foi realizada via email em setembro de 2006 com objetivo de levantar as seguintes informações: destinação dada aos paletes enviados, preferência por tipo e dimensão dos paletes. Foram identificados os seguintes resultados:

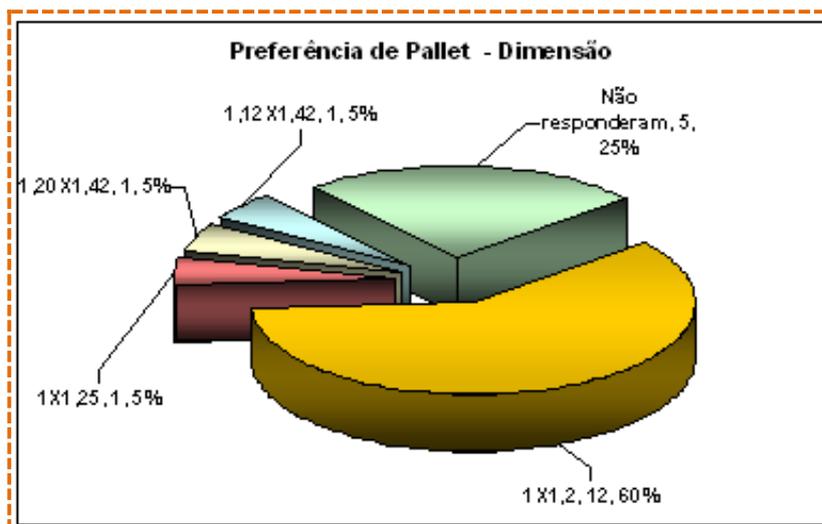


Figura 41 - Preferência por Paletes (Dimensão)
Fonte: Empresa Y, 2006.

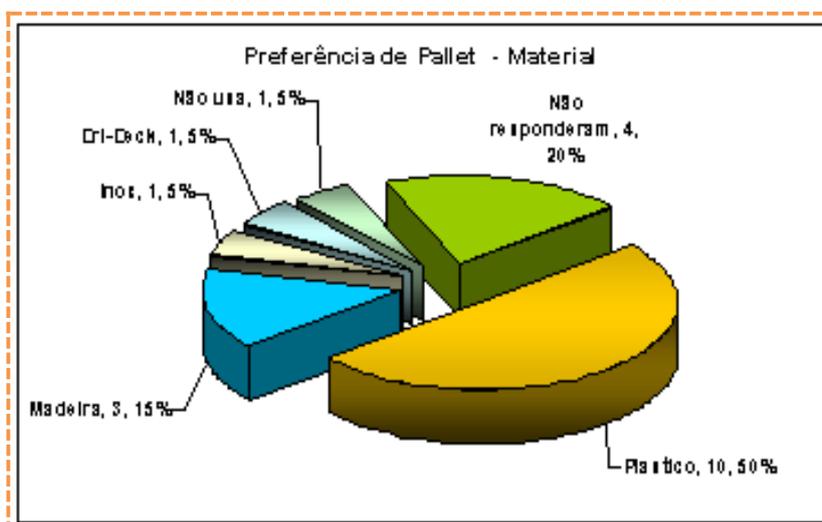


Figura 42 - Preferência por Paletes (Material)
Fonte: Empresa Y, 2006.

De acordo com o Figura 41, doze dos clientes (60%) preferem paletes nas medidas 1,00m x 1,20m, em função da capacidade de armazenagem em seus estoques. De acordo com demonstrado no Figura 42, dez clientes (50%) preferem paletes de plástico em virtude de requerimentos internos de qualidade.

Na Figura 43 a seguir pode-se observar a destinação dada aos paletes enviado aos clientes.

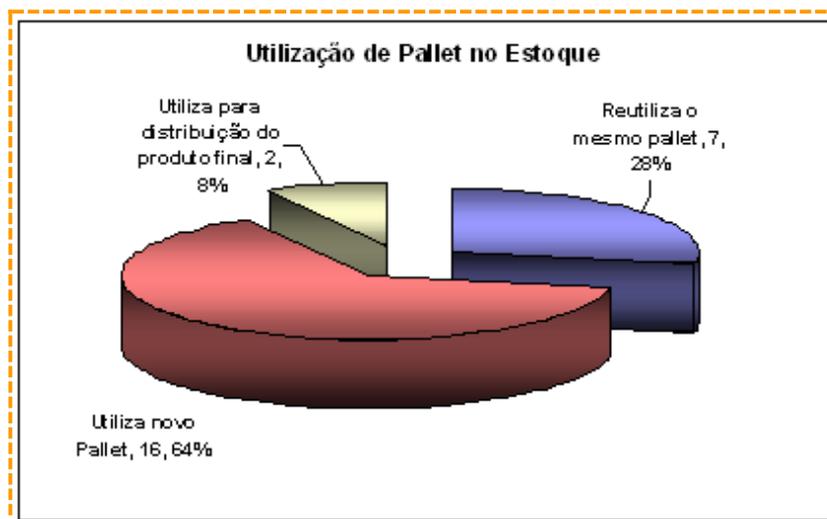


Figura 43 - Utilização do pallet no estoque
Fonte: Empresa Y, 2006.

De acordo com Figura 43 pode-se observar que na pesquisa que 16 fabricantes, ou seja, 64% do universo pesquisado não utiliza o pallet enviado pela Empresa Y para armazenagem ou transporte em seus depósitos. Tais paletes são descartados após o recebimento da carga.

Calcular Desempenho - Sigma do Processo

Conforme a literatura revisada o sigma é a expressão do rendimento do processo baseada no número de defeitos por milhão de oportunidades. Busca-se com a definição deste indicador redução exponencial do defeito.

Especificado pela alta direção da empresa que a definição final do problema seria focado em custo de paletes, estabeleceu-se o que é uma oportunidade de defeito de modo que se pode calcular o sigma do processo conforme segue Quadro 7.

Quadro 7 - Cálculo do Sigma (I)

| Cálculo do Sigma do Processo | | Custo do Pallet |
|--|--------------------------|-----------------|
| Oportunidades de defeito por unidade | O = | 1 |
| Unidades processadas | N = | 57 |
| Número total de defeitos ocorridos | D = | 29 |
| Número total de unidades defeituosas | DU = | 29 |
| Defeitos por oportunidade (DPO) | $D / (N \times O) =$ | 50.8772% |
| Defeitos por Unidade Defeituosa (DPU) | $(DU / N) =$ | 50.8772% |
| Defeitos por 1 milhão de oportunidades de defeito (DPMO) | $DPO \times 1000000 =$ | 508771.93 |
| Yield (Unidade sem Defeito) | $(1 - DPU) \times 100 =$ | 49.12281% |
| | Sigma = | 1.48 |

Fonte: Empresa Y, 2006.

O cálculo do sigma do processo descreve a capacidade atual do processo. No quadro 6 demonstra-se que o sigma atual do processo é de 1.48. Ese cálculo levou em consideração 57 semanas de janeiro de 2006 a fevereiro de 2007.

Passo 4: Desenvolver definição final do problema.

A última parte desta fase foi tem como objetivo apresentar uma definição final do problema a ser trabalhado nas próximas fases do projeto, e por decisão do equipe de liderança da Empresa Y a definição final do problema foi focado em custo de paletes. Portanto, a definição final do problema ficou de acordo com os tópicos abaixo:

- Despesas com paletes em 2006 foi US\$ 693,741 (cotação do período 1,00US\$ = 2,18 R\$);
- De janeiro a setembro 2006 consumo do paleta 1.00 x 1.20 representou 83 % dos paletes embarcados e 85 % total da despesa com paletes;
- 65% dos paletes usados foram usados no transportes para os clientes no Brasil. 100% destes paletes são fumigados se necessário, o que significa um custo anual de US\$ 42,227. 64% dos clientes no Brasil não usam o paleta enviado pela Empresa Y. Significa um custo desperdiçado de US\$288.596;
- Desperdícios no processo de embarque com amarração são equivalente a US\$ 88.000, ou seja, 5.580 paletes (dados atualizados).

4.2.3.3 Etapa Analisar

Nesta fase, buscou-se analisar os dados e mapas do processo para determinar as causas-raiz e as oportunidades de melhoria.

Passo 1: Identificar as causas-raiz potenciais.

A ferramenta da qualidade utilizada neste momento para as análises dos problemas foi o *brainstorming*, ou chuvas de idéias. Foi utilizada como um método de geração de diversas causas-raiz potenciais, onde procurou identificar através de questionamentos, quais seriam os porquês do problema elevada despesa de paleta.

O método do *brainstorming* utilizado foi de rodadas, na qual todos os participantes foram estimulados a participar sugerindo uma idéia. Isto se repetiu várias vezes até o grupo estabelecer que todos os porquês foram todos respondidos. Algumas diretrizes foram estabelecidas no início desta atividade/ferramenta que foi idéias liberadas, não poderia haver censuras a nenhuma idéia, construir em cima de uma ideia anterior, e

quanto mais idéia melhor. Como inicio da rodada foi utilizada a definição final do problema estabelecida no quarto passo da etapa medir.

Todas as ideias foram colocadas em uma quadro branco e depois transcritas para um formulário em excel.

Passo 2: Organizar causas-raiz potenciais

Neste passo foi utilizado o *Diagrama de Causa e Efeito* para organizar as causas-raiz potenciais identificadas no passo anterior. Este diagrama (Figura 44), conhecidos também como diagrama de espinha de peixe ou Ishikawa, foi escolhida para estruturação das causas potenciais para que as causas-raiz pudessem ser identificadas e ações corretivas pudessem ser tomadas e assim proporcionar um entendimento.

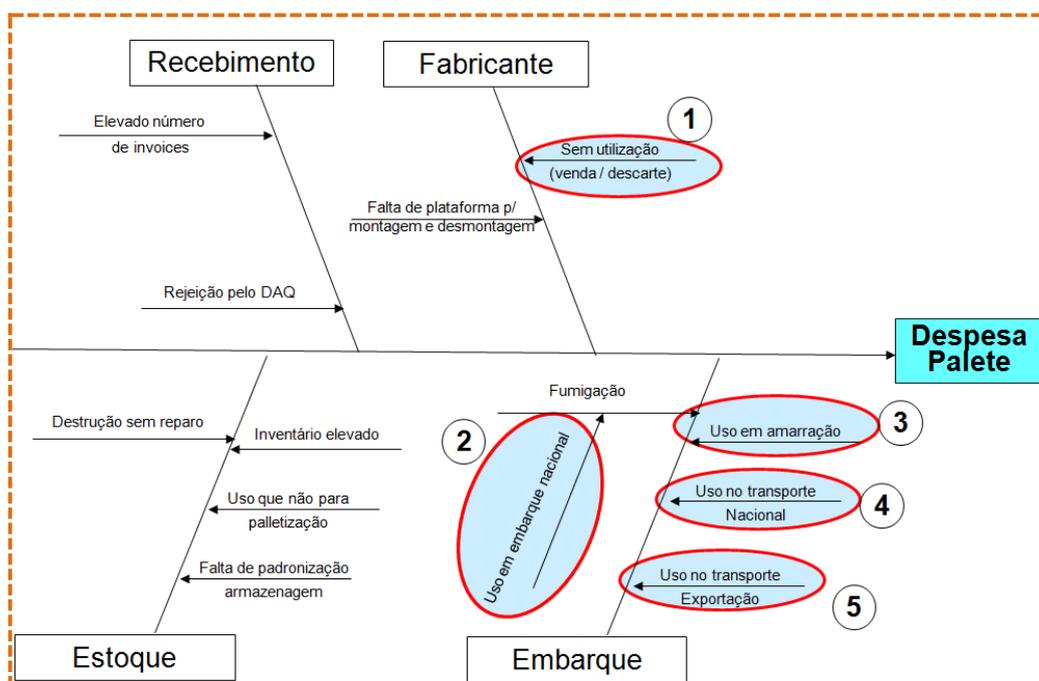


Figura 44 - Diagrama de Causa e Efeito para Despesa com Paletes
Fonte: Empresa Y, 2006.

Analisando o diagrama de causa-efeito (Figura 44) relativo ao problema despesa com paletes, foram consideradas cinco possíveis causas-raiz para o problema despesa com paletes, estas possíveis causas serão analisadas e testadas. Como critério de validação das causas a equipe de trabalho estabeleceu método de verificação, da seguinte forma: as causas que apresentassem uma significância estatística superior a 40% seriam considerados neste momento como causa-raiz e as outras que apresentassem valores menores não seriam consideradas como possíveis causas. Porém se a equipe julgasse adequada seriam abertas ações para estas também.

De acordo como o procedimento este passo segue com o ordenamento das causas-raiz potenciais de maior impacto no defeito identificado na fase anterior que é o valor elevado da despesa com paletes. Tais causas foram extraídas do diagrama de causa e efeito mostrado no passo 1 desta fase. Segue abaixo a lista das causas ordenada para serem validadas em uma etapa seguinte, destas apenas as 5 primeiras foram levadas para o passo seguinte para serem validadas. São elas:

Causa 1 - Fabricante não utiliza os paletes enviados pela Empresa Y;

Causa 2 - Pallet fumigado utilizado no embarque nacional;

Causa 3 - Uso de pallet em amarração de carga;

Causa 4 - Paletes usados no transporte nacional de cargas;

Causa 5 - Uso no Transporte para exportação.

Passo 3: Coletar dados para verificar causas-raiz

Após a identificação das cinco possíveis causas do problema deve-se coletar informações e dados referentes a estas causas. Com a análise dos dados levantados, pode-se validar as causas, conforme demonstrado na Figura 41.

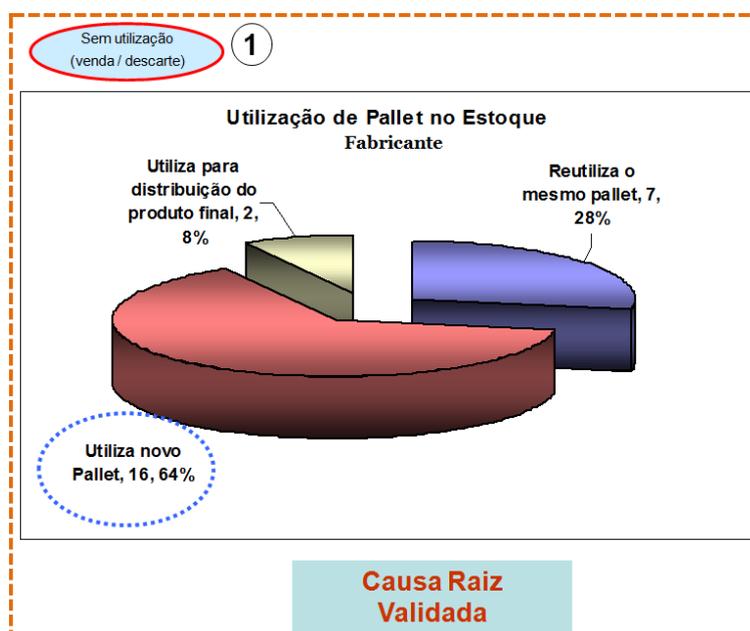


Figura 45 - Validação de Causa Raiz - Despesa com Pallet (I)
Fonte: Empresa Y, 2006.

A Figura 45, demonstra os dados referentes a causa 1, utilização de pallet no estoque dos clientes e de acordo a pesquisa realizada junto aos clientes sediados no Brasil em outubro de 2006. Vale ressaltar que apenas 25 respostas foram recebidas de um universo de 41 pesquisas enviadas. Constatou-se que 64% destes clientes utilizam um novo pallet para estocagem dos produtos acabados enviados pela

Empresa Y, ou por requerimentos internos ou mesmo por limitação física, ou seja, 16 fabricantes descartam os paletes enviados pela Empresa Y.

A Figura 42 visa demonstrar graficamente dados referentes a mais 3 causas. Que são despesas com palete fumigada para exportação, despesa de palete no uso do transporte nacional e despesa de palete no transporte para o exterior das cargas da Empresa Y.

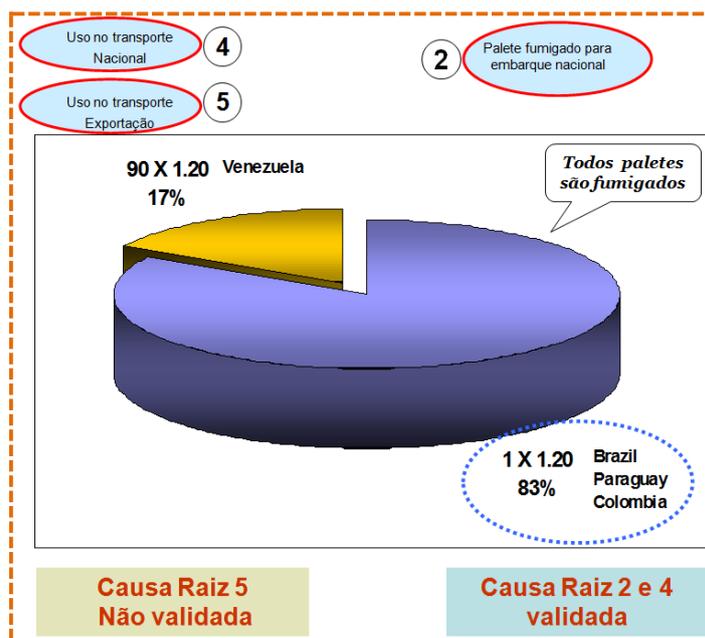


Figura 46 - Validação de Causa Raiz - Despesa com Pallet (II)
Fonte: Empresa Y, 2006.

A Figura 46 ilustra análise de três causas-raiz conforme segue:

- Todos os paletes (100%) são fumigados, inclusive os paletes utilizados no Brasil, isto significa um aumento nas despesas com fumigação de paletes, o que não é necessário, visto que há uma exigência legal a NINF15 que exige fumigação apenas para madeira enviada ao exterior.
- 83% dos paletes utilizados no transporte de produtos acabados da Empresa Y são para atender clientes nacionais.
- O uso de palete nas exportações representa apenas 17% de todo o volume de paletes usados no transporte.

A Figura 43 que segue, visa demonstrar dados coletados para a validação da causa raiz número 3, referente a despesa com palete no proceso de amarração de cargas. Vale ressaltar que o uso do palete para amarração desvirtua a função do palete que é unitização e transporte de mercadorias e não para outras finalidades.

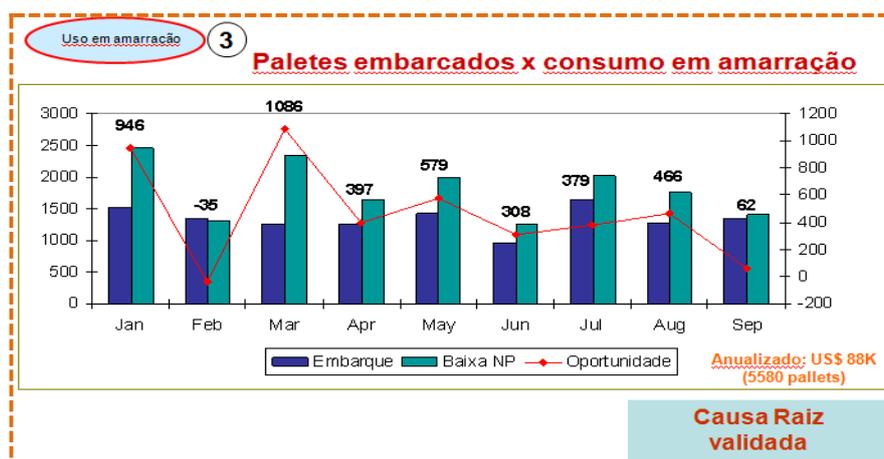


Figura 47 - Validação de Causa Raiz - Despesa com Paleta (III)
Fonte: Empresa Y, 2006.

De acordo com a Figura 47 os dados analisados de consumo de paleta para amarração de carga no período de janeiro a setembro de 2006 observou-se uma média de consumo mensal de 465 pc, este número anualizado representa total de 5.580 paletes utilizados em amarração e calçamento de cargas, ou seja, 31% do total de paletes consumidos no processo. Este número convertido em valores monetários representa uma despesa de US\$88.000 (oitenta e oito mil dólares) anualmente. Em função deste valor financeiro elevado esta causa foi validado como causa raiz.

Passo 4: Confirmar causas-raiz

Nesta fase da etapa analisar deve-se confirmar as causas-raiz identificadas. Por meio dos dados levantados no passo anterior foram validados quatro das cinco possíveis causas.

A tabela 4 mostra resumidamente quais causas foram validadas e quais os métodos usados para estas validações.

Tabela 4 - Validação de Causa Raiz para despesa com paleta

| Nº da Causa Potencial | Descrição da Causa Raiz | Método de Verificação | Causa Raiz Confirmada (S/N) |
|-----------------------|---|---|-----------------------------|
| 1 | Fabricante não utiliza (vende/descarta) | Dados Históricos Significância Estatística | Sim |
| 2 | Paleta Fumigado para embarque nacional | Dados Históricos Significância Estatística | Sim |
| 3 | Uso em amarração de carga ou estrado | Dados Históricos Significância Estatística | Sim |
| 4 | Uso transporte nacional | Dados Históricos Significância Estatística | Sim |
| 5 | Uso transporte exportação | Dados Históricos Significância Estatística | Não |

Fonte: Empresa Y, 2006.

Como pode-se ver na tabela 4, das cinco principais causas analisadas quatro foram validadas como causa para o problema despesa com paletes. Para estas causas foram tomadas ações necessárias e serão demonstradas na fase seguinte.

4.2.3.4 Etapa Melhorar

Aqui buscou-se identificar e selecionar soluções, analisar o custo/benefício, observando o risco, desenvolver planos de ação para implementação total, desenvolver plano piloto, quantificar resultados do piloto, atualizar indicadores de saída de formas a atender todas as necessidades dos clientes, com o intuito de melhorar a eficiência operacional. A matriz de seleção de soluções foi a ferramenta empregada para escolha das ações mais propícias e viáveis que seriam tomadas para eliminar as causas-raiz identificadas na etapa analisar do projeto. Para esta etapa também foram utilizadas ferramentas para apoio das análises e ações a serem implementadas e que ajudaram na melhoria dos processos, tais com: kanban e mapeamento do fluxo de valor (estado futuro).

Passo 1: Identificar soluções possíveis para as causas

Branstorming e brainwriting ou mesmo box de idéias podem ser utilizadas para geração de idéias. No passo em questão foram utilizados as duas primeiras ferramentas para geração de várias idéias para cada causa. Foi utilizado um formulário dividido em três colunas e quatro linhas (referente ao número de participantes), cada participante coloca três idéias, desta forma foram geradas as idéias listadas abaixo:

- Avaliação de fornecedor Chep;
- Aquisição de palete de especificação adequada;
- Utilização de palete combinado (madeira e plástico - Coplast);
- Avaliação de estrados de madeira reciclada ou outros materiais (ecowood);
- Avaliação de estrados no pallet de pinho (cortados) fora de Manaus;
- Levantamento de requisitos legais;
- Criação e aquisição do novo pallet fumigado;
- Desenvolvimento de novo estrado;
- Criação de novo item e padronização de utilização.

Passo 2: Selecionar soluções

A matriz de seleção de soluções mostra a relação da definição do problema, das causas-raiz, e das soluções propostas. A matriz de priorização, ajuda avaliar objetivamente as soluções alternativas por meio da análise de três fatores, a eficiência de cada ação, a facilidade de implementação, os custos desta ação. O resultado do produto destes três fatores é o que vai determinar se a ação será ou não implementada, quanto maior for o resultado deste produto maior é a prioridade de implementação da ação

São apresentadas nesta etapa as matrizes de seleção de soluções para os modos de falha, de acordo com o problema despesa com paletes, que são:

1. Fabricante não utiliza (vende/descarta);
2. Paleta fumigado para embarque nacional;
3. Uso em amarração de carga ou estrado;
4. Uso no Transporte Nacional.

Para o problema 1, “Fabricante não utiliza (vende/descarta)”, foram geradas cinco soluções identificadas através do diagrama de causa-efeito, ver Figura 48.

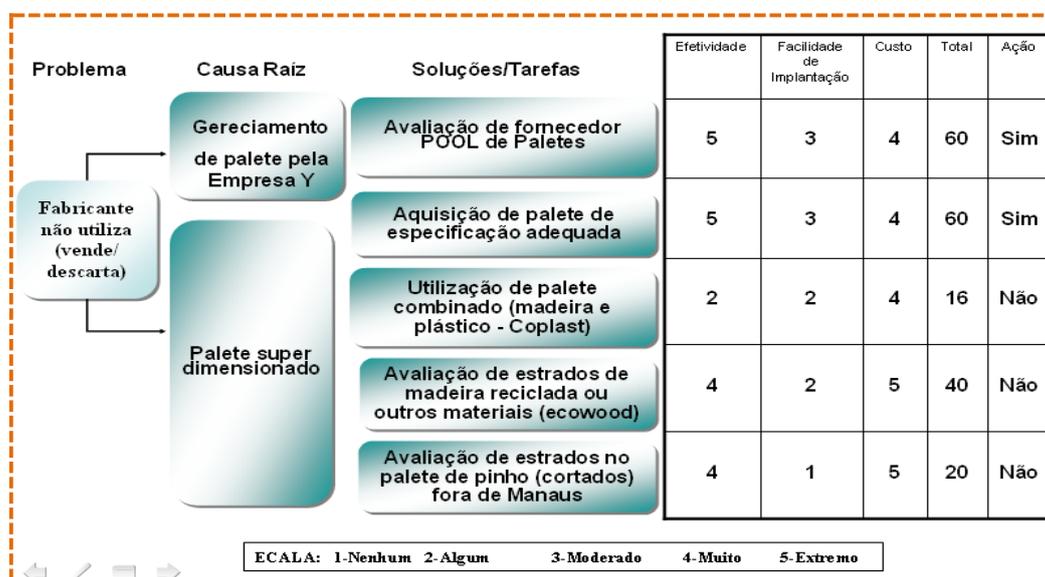


Figura 48 - Matriz de seleção de soluções_I

FONTE: Empresa Y, 2006.

Conforme Figura 48, verifica-se que para as causas-raiz do problema 1, foram estabelecidas cinco soluções, e após o uso da matriz de seleção de soluções, na qual faz-se a relação entre custo de implementação, facilidade e efetividade da ação, foram

validados planos de ação para duas delas, que são “Avaliação do Pool de Paletes” e aquisição de palete de especificação adequada”. As outras três soluções/tarefas obtiveram pontuação baixa.

Para problema 2, “Palete fumigado para embarque nacional” e problema 3 “Uso em amarração de carga ou estrado” foi criado, também, matriz de priorização, ver Figura 49.

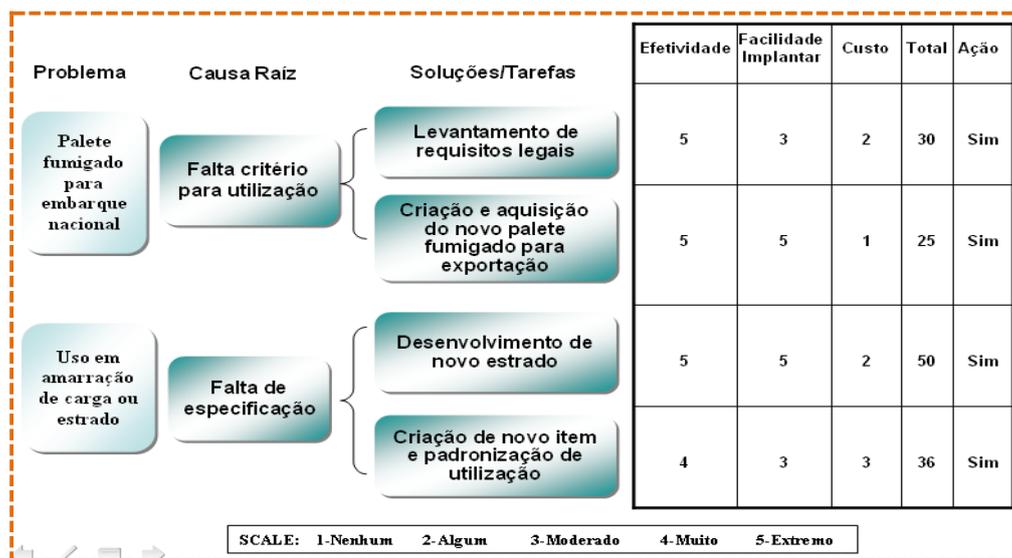


Figura 49 - Matriz de seleção de soluções_II

FONTE: Empresa Y, 2006.

De acordo com Figura 49, foram geradas quatro soluções para os problemas 2 e 3, e para as causas-raiz identificadas através do diagrama de causa-efeito, conforme mostrado acima, para todas as soluções avaliadas foram estabelecidos planos de ações, pois o produto dos três fatores levou a uma pontuação bem parecida para todas as soluções, principalmente no critério de custo no qual tais soluções representam baixo custo de implementação.

Para o problema 4 “Uso no Transporte Nacional” foram geradas quatro soluções para as causas-raiz, conforme mostra a Figura 50, nesta matriz, conforme entendimento da equipe como todas as ações tem um grau de efetividade elevado para solução do problema foram estabelecidos planos de ações para todas as soluções.

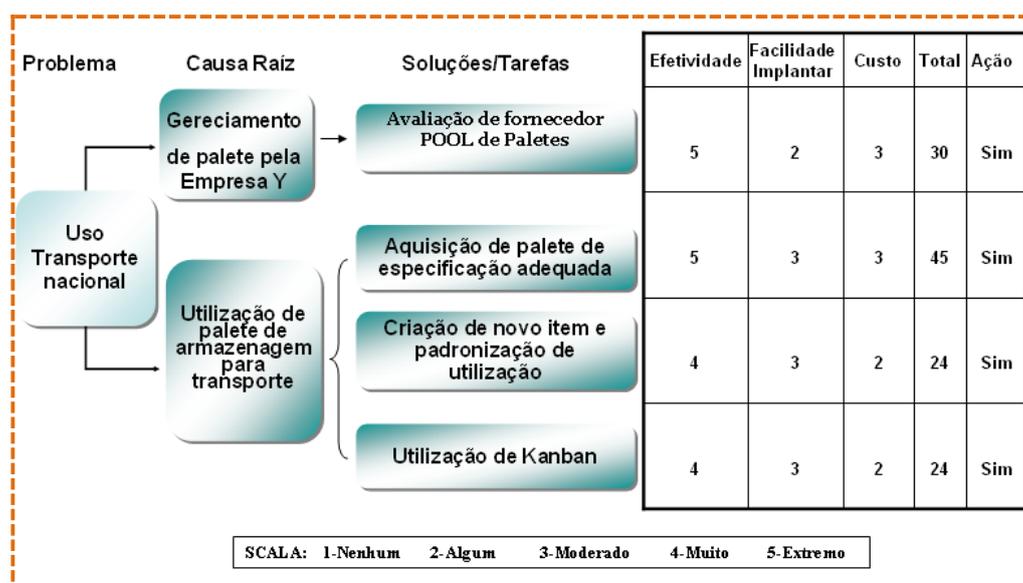


Figura 50 - Matriz de seleção de soluções_III
 FONTE: Empresa Y, 2006.

Conforme Figura 50 - Matriz de seleção de soluções para uso no transporte nacional identificaram-se quatro ações que apresentavam alto grau de efetividade na solução do problema 4, e que em virtude desta alta pontuação neste quesito, tais ações foram validadas para implementação de plano piloto e teste para validação.

De acordo com as análises acima foram identificadas as seguintes soluções ou tarefas a serem realizadas para eliminação dos modos de falha listados acima. São elas:

1. Aquisição de paletê redimensionado para transporte;
2. Avaliação do Pool de Paletes;
3. Criação de novo paletê fumigado para exportação;
4. Desenvolvimento de novo estrado;
5. Utilização do Kanban

Passo 3: Analisar Relação Custo & Benefício

A análise do custo benefício foi realizada para as duas principais tarefas identificadas como soluções de maior impacto no problema despesa com paletes, a solução 1 e 2. Nesta fase houve o envolvimento do departamento de finanças da Empresa Y para quantificação e validação de tais ações. As outras soluções foram identificadas como de aplicação imediata, não necessitando este tipo de análise para sua implementação.

Foram feitas análises para as soluções conforme seguem:

Solução 1 - Novo paletê redimensionado apenas para transporte, fornecido por uma madeira local;

Solução 2 - Palete fornecido por um pool de paletes em nível nacional.

Após este levantamento de custos observou-se que a solução 1 poderia apresentar uma redução de 14% em relação ao tipo de palete utilizado pela empresa. No entanto, nesta análise foi demonstrado que a solução 2, ou seja, paletes fornecidos por um pool de paletes proporcionaria uma economia de até 66% em comparação com as despesas correntes com paletes. Portanto, a opção 2 passou a ser a melhor opção para solução do problema despesa com palete. Segue quadro 6 ilustrativo desta relação.

Quadro 6 - Relação Custo & Benefício (Previsão de redução)

| Tipo Palete (Fornecedor) | | Custo (R\$) | | % Redução (R\$ anual) |
|---|----|-------------|-----------|--------------------------|
| | | Palete | Médio Mês | |
| Palete Atual (Fornecedor Local) | 41 | 62,954 | 755,450 | |
| Novo Palete (Redimensionado) | 31 | 47,585 | 571,020 | - 24 % |
| Novo Palete (Pool de Paletes) | 21 | 32,235 | 256,193 | - 66 % |

Avaliação Custo baseado consumo 2006

FONTE: Empresa Y, 2006.

No Quadro 6, demonstra-se a relação de custos baseada no consumo de paletes no ano de 2006 apenas nos processos de carregamento nacional. Faz a relação do preço por palete, a despesa média por mês, e o valor anual a partir do valor de cada palete. Vale ressaltar que o consumo de paletes na Empresa Y era em média 1.535 paletes por mês.

Passo 4: Desenvolver planejamento e conduzir piloto

Apesar da solução 2 (Pool de Paletes) ter sido identificada como a melhor solução em relação a ganhos financeiros, a empresa decidiu desenvolver um plano piloto também para a solução 1 (Novo palete redimensionado), caso não fosse viável a implantação da solução mais rentável, em virtude de qualquer problema a empresa implantaria a solução 1, e para tanto necessitaria realizar os testes necessários para validação desta solução também.

Foi identificado que a solução 4 e (desenvolvimento de novo estrado), e a a solução 5 (utilização do kanban), também deveriam passar por teste piloto, porém com

um aplicação imediata. O piloto da solução 4 trataria de validar principalmente a qualidade do material, visto que, a adoção deste material poderia impactar diretamente na qualidade do serviço de entregas da Empresa Y. A condução do piloto para a solução 5 deveria validar principalmente a qualidade do serviço de fornecimento.

Para a solução 4 (Criação de novo palete fumigado para exportação) não foi desenvolvido plano de implementação, foi uma solução de aplicação imediata, que não será discutida neste trabalho.

Há várias ferramentas utilizadas para planejamento, como gráfico de Gantt, diagrama de árvore, entre outras, no entanto, a ferramenta escolhida pela equipe foi plano de ação para condução do plano piloto, e de acordo com a metodologia foram definidas as atividades, os responsáveis e os prazos a serem cumpridos para cada atividade.

- **Piloto da solução 1** – Novo palete redimensionado apenas para transporte. Foi elaborado um plano de desenvolvimento de um novo palete com dimensões específicas apenas para uso no transporte. A avaliação da relação custo&benefício foi favorável a adesão ao pool de paletes (solução 1), porém a empresa gerenciadora deste pool não tinha instalações em Manaus, em face deste cenário a Empresa Y decidiu criar um plano de ação para a segunda opção de solução ao problema despesa com paletes que foi desenvolver junto a fornecedor local este novo palete, cumprir todas as etapas do plano de ação para este projeto piloto e aguardar fechamento do plano de ação e teste piloto da outra solução (pool de paletes), ver Figura 51.

| ID | ETAPAS | Prazo |
|----|---|--------|
| 1 | Recebimento dos paletes CHEP e transporte piloto | Sem 30 |
| 2 | Inspecionar CD CHEP Manaus | Sem.31 |
| 3 | Criação de controle fiscal de entrada e saída palete CHEP na Rial | Sem 31 |
| 4 | Validar o processo de transportes com paletes da CHEP | Sem.32 |
| | informar CHEP dados cadastrais dos Clientes | |
| 5 | Assinar contrato CHEP / Recofarma o mesmo já foi validado | Sem.33 |
| 6 | Validar os contratos CHEP / Fabricantes | Sem.33 |
| | Norsa, Remil, Spaipa e Vonpar 35% volume | |
| 7 | Criar procedimento para utilização dos paletes CHEP. | Sem 34 |
| 8 | Iniciar operação do CD CHEP Manaus | Sem.36 |
| | contrato/centro de serviço/linha de reparo/operador | |
| 9 | Automatização da emissão das notas fiscais simples remessa no SAP a definir | Sem.34 |
| 10 | Formalizar e treinar os envolvidos no processo CHEP Rial e Fabricantes | Sem 36 |

> Previsão para início da operação CHEP será de 45 dias.

Figura 51 – Plano de ação: Solução I

FONTE: Empresa Y, 2006.

Este plano contemplou desenho de um palete adequado apenas para transporte, de acordo com especificações do departamento de qualidade e a realização de um teste piloto de transporte para avaliação de configuração de carga e resistência do material no transporte até o cliente. O prazo deste plano e do teste piloto foi de 45 dias. Com a conclusão do plano piloto propôs-se que os seguintes benefícios seriam alcançados:

- 1) Redução da despesa com paletes em 16%;
- 2) Melhor acomodação da carga sobre o palete Figura 52;
- 3) Aumento da capacidade de transporte de 16 para 18 embalagens por palete;
- 4) Aumento da capacidade de transporte em 12%.



Figura 52 - Teste de Novo Paleta de Transporte
 FONTE: Empresa Y, 2006.

De acordo com a Figura 52 evidenciou-se uma melhor acomodação do material a ser transportado com o novo paleta com dimensões adequadas para transporte. Em comparação com o paleta atual pode-se observar que toda a carga ficou dentro do limite máximo do paleta. Neste teste pode-se validar a maior capacidade de carga por paleta, ou seja, no paleta anterior a capacidade era de apenas 16 peças, e no novo paleta a capacidade de transporte aumentou para 18 peças.

- **Piloto da solução 2** - Avaliação de Empresa de Pool de Paletes. O tempo necessário para cumprimento deste plano foi de 55 dias. Neste plano de ação foi testado o fluxo operacional da operação a partir de Louveira (SP) da seguinte forma: abastecimento de estoque inicial, e transporte de Manaus até um cliente localizado no Rio de Janeiro. Nesta operação foram testados, também, o

processo fiscal da operação, os acessos e controles via sistema automatizado de gerenciamento de estoque disponibilizado pela empresa de gerenciamento do Pool. Os testes foram realizados no prazo estipulado e os testes foram validados e o plano piloto foi encerrado. A partir deste momento foram estabelecidos prazos para fechamento de contatos entre a empresa gestora do pool, a Empresa Y e os clientes envolvidos na operação. Foi estabelecido prazo de 30 dias para fechamento de contratos e implantação de centro de serviços em Manaus. Com a finalização de tais etapas a alta gerência da empresa autorizou o início da operação.

O fluxo operacional do pool funciona de acordo com Figura 53.

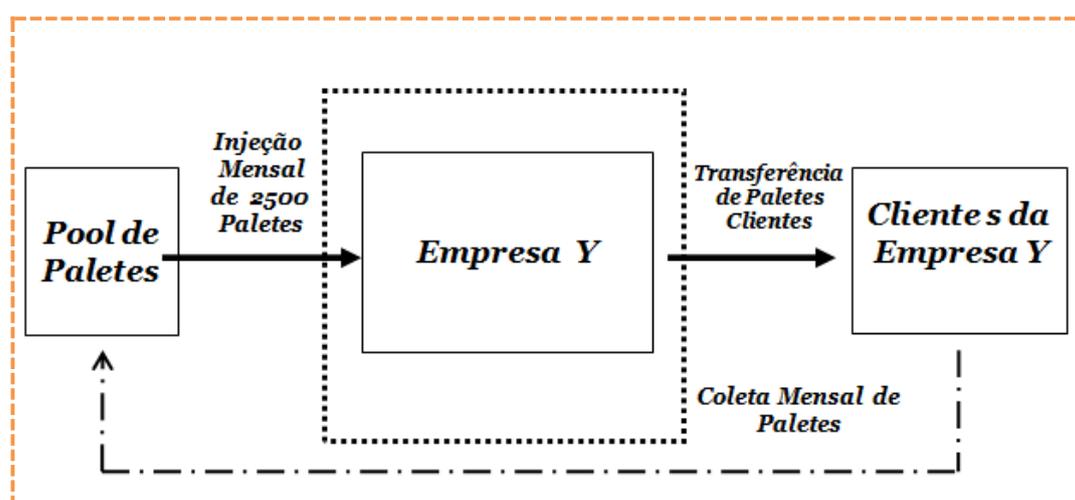


Figura 53 - Fluxo Operacional no Sistema Pool de Paletes
 FONTE: Empresa Y, 2006.

A Figura 53 demonstra o fluxo operacional do sistema pool de paletes o qual inicia da seguinte forma: O gestor do pool de paletes mantém centros de reparos e distribuição em 14 cidades no Brasil. A partir destes centros de distribuição abastece as empresas que contratam o aluguel dos paletes (no caso deste estudo refere-se a Empresa Y), estas empresas por sua vez, enviam suas cargas paletizadas até seus clientes, estes clientes recebem e devolvem os paletes para o gestor do pool que envia novamente aos centros de distribuição para reparos. Posteriormente o centros de distribuição disponibilizam novamente aos clientes do pool, paletes que iniciam novamente movimentação entre as empresas que fazem parte deste sistema de movimentação e abastecimento.

Os benefícios com esta operação podem ser ser:

1) Eliminação da falta paletes, pois a empresa gestora do pool garante reposição imediata dos estoques;

2) Redução das despesas com paletes em 66%;

3) Eliminação de descarte de madeira no meio ambiente. Este impacto não havia sido quantificado durante a execução das fases anteriores, no entanto nesta fase este resultado foi avaliado e será demonstrado a seguir no tópico referente a análise dos resultados, item impacto ambiental.

- **Piloto da solução 4.** A criação de um novo estrado para amarração da carga no interior da carreta afeta diretamente a redução das despesas com paletes no processo de transporte, porém em uma escala menor que as soluções anteriores. Até o momento para amarração de cargas no interior da carreta utilizava-se um palete com custo de R\$ 41,00, com a criação deste estrado especificamente para amarração, este custo seria de apenas R\$11,00. Segue abaixo (Figura 54) ilustração do teste piloto realizado após criação deste material.



Figura 54 - Novo Estrado para Amarração de Carga
FONTE: Empresa Y, 2006.

Conforme Figura 54, substituiu-se um palete cujas dimensões eram acima da necessidade para suportar a amarração da carga, o que onerava as despesas no processo de transporte. Conforme pode-se observar, o novo estrado apresenta uma estrutura com menos madeira, isto representa menor preço e conseqüentemente menor despesa no processo de amarração. Em virtude desta solução ter sido identificada como de aplicação imediata seu plano de ação foi desenvolvido e implementado em paralelo ao desenvolvimento e implantação das soluções principais. Esta solução apresentaria grande facilidade de implantação visto que o desenvolvimento deste material seria realizado por fornecedor local atendendo aos requisitos de qualidade estabelecidos pela Empresa Y. Os benefícios apresentados por esta solução podem ser:

- 1) Redução da despesa com paletes;
- 2) Facilidade de manuseio dentro das carretas que foi evidenciado por meio de observação da operação e manifestação verbal dos operadores de carregamento.

- **Piloto da solução 5** - Utilização de Kanban. Para a implantação do sistema kanban para o fornecimento de paletes a partir de um fornecedor local foi criado um plano de ação (Figura 55) e testado com um plano piloto para abastecimento de paletes para carregamento de exportação da Empresa Y.

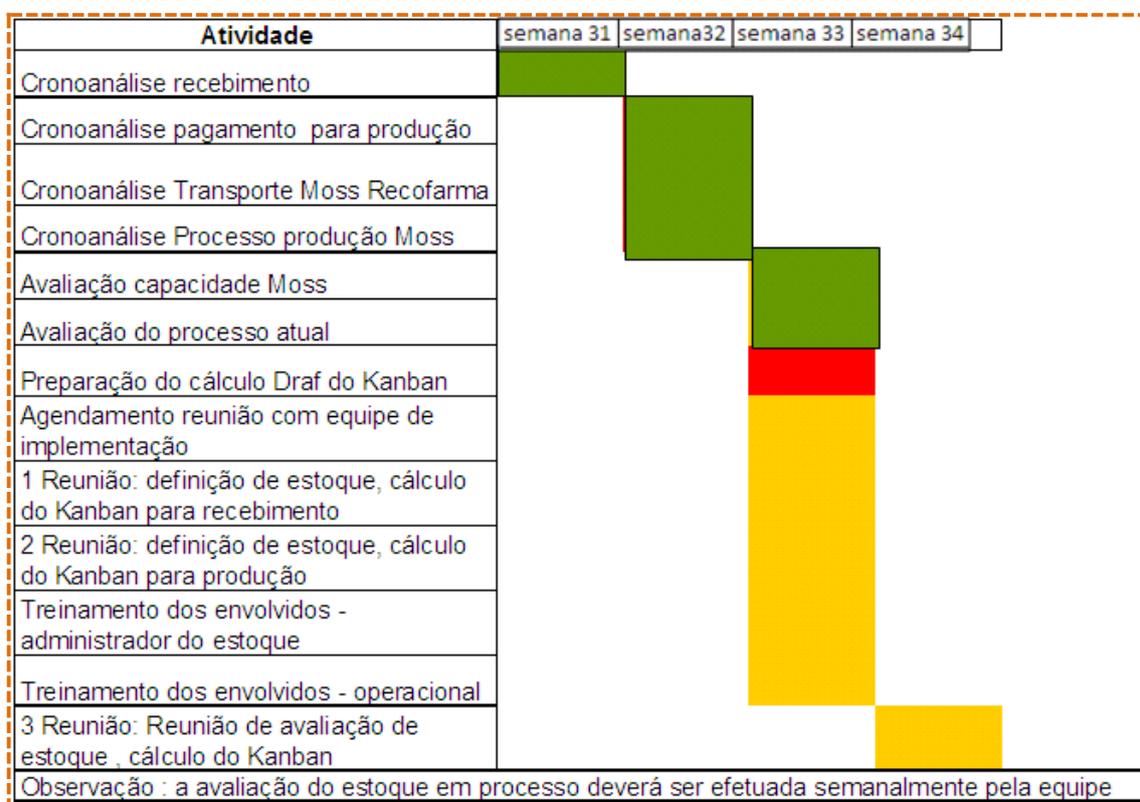


Figura 55 - Plano de ação para Kanban
 FONTE: Empresa Y, 2006.

A Figura 55 ilustra o plano de ação de implementação que foi realizado em quatro semanas, nas quais foram medidos os tempos, estabelecidos, os lotes mínimos de reposição, o sistema puxado de reposição do estoque, e foram realizados os acordos de serviço de fornecimento. Pode-se observar na figura 55, a área física dedicada para armazenagem próximo a área de consumo e o quadro de controle visual de estoque.

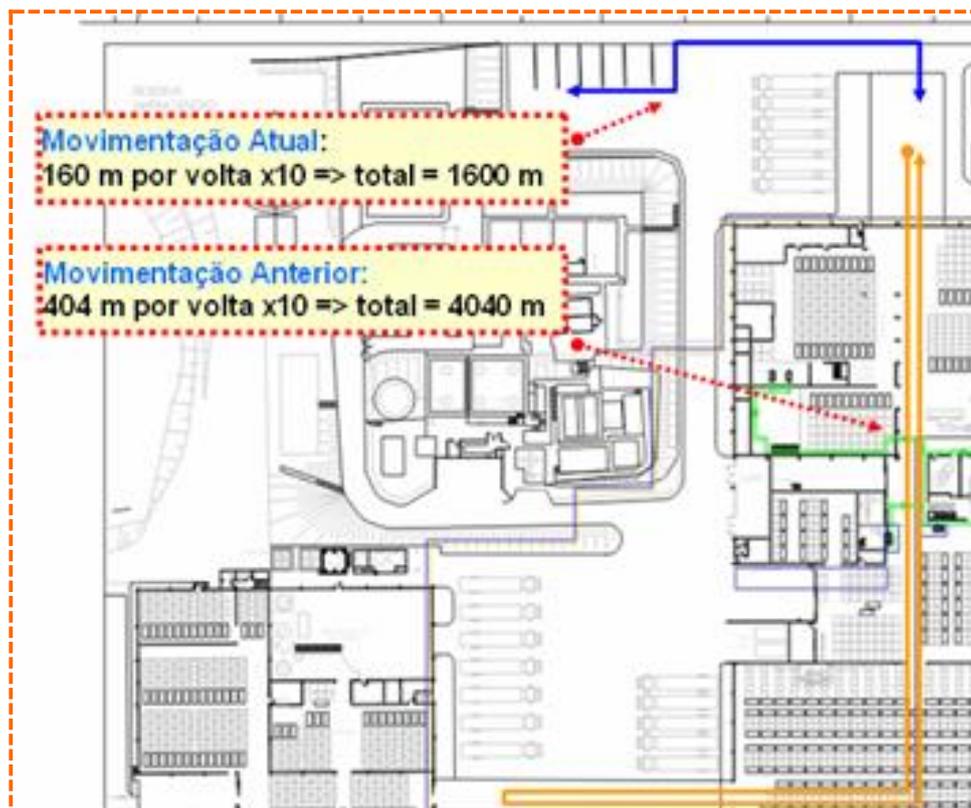


Figura 56 - Diagrama de Espaguete
 FONTE: Empresa Y, 2006

Conforme Figura 56 demonstra-se a possível redução de movimentação no momento de transferência de paletes do estoque para a área do embarque, eliminando-se movimentações desnecessárias a partir da mudança do local de armazenagem do paletes no estoque da Empresa Y.

Os benefícios com a utilização desta ferramenta (Kanban) podem ser:

- 1) Eliminação da falta de paletes para o carregamento, com o nivelamento de estoques mínimos e máximos;
- 2) Redução em 70% da distância percorrida na movimentação do estoque para a área de embarque com criação de área dedicada. (Figura 56);
- 3) Eliminação de estoques em excesso.

Escolha das Soluções

Após conclusão dos testes pilotos e avaliação das ações de melhorias, na Empresa Y optou-se por adotar o Pool de Paletes como principal solução dos problemas definidos na fase medir do projeto que foi reduzir despesas com paletes e eliminar falta de paletes no processo de embarque. As soluções de criação de novo estrado de madeira e uso do kanban, também foram utilizadas para reduzir os impactos de tais problemas.

Vale ressaltar que, para adoção completa do uso de paletes por meio de um Pool, A Empresa deve firmar contrato de comodato para uso destes no processo de transporte de produtos acabados até os clientes localizados em 41 cidades diferentes no Brasil. A Empresa contratada para gerenciar este Pool é uma multinacional presente em 45 países, possui larga experiência e oferece garantias de abastecimento de paletes de acordo necessidade do cliente pois possui centro de distribuição e reparos em 14 diferentes cidades. Esta empresa gerencia diariamente o estoque de paletes e as cobranças por meio de um sistema automatizado que pode ser acessado via internet. Tem como diferencial o uso de madeira proveniente de florestas administradas, que representam uma fonte responsável e sustentável de madeira.

4.2.3.5 Etapa Controlar

Nesta fase a meta é controlar o processo para manter os ganhos e a transição para a implementação completa das ações definidas nas etapas anteriores.

Passo 1: Desenvolver e documentar prática padrão

Foram criados documentação para os novos métodos, com treinamento para as novas rotinas e práticas-padrão de trabalho. Foi criada uma instrução de trabalho forma de acordo com o sistema da qualidade da Empresa Y, a partir da qual duas pessoas da Empresa foram treinadas para o processo de faturamento e emissão de Nota Fiscal para utilização de paletes do Pool e outra pessoa da área de embarque foi treinada em uma nova rotina para solicitação de paletes e controle de reposição via database, este meio é compartilhado via internet entre o gestor do Pool e a Empresa Y.

Estas rotinas foram adicionadas ao processo diário destas pessoas após treinamento formal realizado na segunda semana de dezembro de 2006, estas passaram a compor as atividades conforme suas descrições de cargos. Esta etapa tem fundamental importância para a manutenção das práticas implementadas pelo procedimento, pois todos os envolvidos passarão a realizar suas atividades de acordo com padrão estabelecido.

Passo 2: Construir o sistema de controle do gerenciamento do processo

De acordo com o procedimento deve-se criar um sistema um sistemas de controle do gerenciamento do processo. Neste caso foi colocado na área onde aonde o

trabalho é realizado (area do embarque da empresa) e conduzidos pelos coordenadores da área (supervisor de logística). Isto ajudou o supervisor e sua equipe a identificar e implementar melhorias nos processos de seu trabalho reconhecendo seu desempenho, como este deve ser monitorado, quando tomar a ação, que ação tomar e quem é o responsável por tal ação.

Segue uma figura na qual mostra-se os indicadores de entrada (X) que devem controlar os subprocessos chaves que impactam no indicador de saída (Y). Estes, por sua vez, estão ligados diretamente aos indicadores de alto nível da empresa

Por meio da medição contínua, os indicadores podem ser controlados e melhorados. Juntos, esses indicadores informam quão atende-se aos requisitos do cliente e prevêem o desempenho futuro.

| Indicadores Saída (Ys) | Indicadores Entrada (Xs) | Dados Coletados | | | | |
|--|---|---------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|--|
| | | Tipo de Gráfico Indicador | Item físico para Checagem | Quando Checar | Quem Realiza a Checagem | Ação de Recuperação |
| - Nome - Numerador e Denominador - Especificação | - Nome - Numerador e Denominador ou Descrição | | Planilha Excel | Semanal | Controlador do Palete | |
| Y1 - Cumprimento dos prazos entregas (Quantidades de entrega com Prazo de entrega diferente do prazo acordado) | | Gráfico Tendência | | | | Tomar ação corretivas junto à CHEP |
| | | | Planilha Excel | Semanal | Controlador do Palete | |
| Y2 - Despesa com palete | | Gráfico Tendência | | | | Tomar ação corretivas junto à Deptº Financeiro |
| | X1 - Quantidade de QN abertas para o fornecedor | carta de Controle C | Planilha Excel | Semanal | Controlador do Palete | Tomar ação corretivas junto à CHEP |

Figura 57 – Controle de Gerenciamento de Processo

FONTE: Empresa Y, 2006

Este sistema de controle do gerenciamento do processo, possui mais do que 2 indicadores de saída (Y): “cumprimento de prazos, e o mais importante “despesa com paletes”. Há 1 indicador de entrada (X): Quantidade de defeitos registrados.

Sigma do Processo

Nesta etapa pode-se observar a evolução do rendimento e do sigma do processo. Veja no quadro 7 que o rendimento do processo passou para pouco mais de 65%. Vale lembrar que o rendimento antes da implantação da melhoria era de 49% e o Sigma 1.48.

Quadro 7 - Cálculo do Sigma (I)

| Cálculo do Sigma do Processo | | Custo do Palete |
|--|------------------------|------------------------|
| Oportunidades de defeito por unidade | O = | 1 |
| Unidades processadas | N = | 23 |
| Número total de defeitos ocorridos | D = | 8 |
| Número total de unidades defeituosas | DU = | 8 |
| Defeitos por oportunidade (DPO) | $D / (N \times O) =$ | 34.7826% |
| Defeitos por Unidade Defeituosa (DPU) | $(UD / N) =$ | 34.7826% |
| Defeitos por 1 milhão de oportunidades de defeito (DPMO) | $DPO \times 1000000$ | 347826.09 |
| Yield (Unidade sem Defeito) | $(1 - DPU) \times 100$ | 65.21739% |
| | Sigma = | 1.89 |

Fonte: Empresa Y, 2006.

Com a total implantação da melhoria que foi o uso do palete de pool de paletes que aconteceu na semana 24 de 2007, pode-se observar as seguintes melhorias: evolução do rendimento para 84,61% e um sigma de 2.52. Veja no quadro 8

Quadro 8 - Cálculo do Sigma (II)

| Cálculo do Sigma do Processo | | Custo do Palete |
|--|------------------------|------------------------|
| Oportunidades de defeito por unidade | O = | 1 |
| Unidades processadas | N = | 52 |
| Número total de defeitos ocorridos | D = | 8 |
| Número total de unidades defeituosas | DU = | 8 |
| Defeitos por oportunidade (DPO) | $D / (N \times O) =$ | 15.3846% |
| Defeitos por Unidade Defeituosa (DPU) | $(UD / N) =$ | 15.3846% |
| Defeitos por 1 milhão de oportunidades de defeito (DPMO) | $DPO \times 1000000$ | 153846.15 |
| Yield (Unidade sem Defeito) | $(1 - DPU) \times 100$ | 84.61538% |
| | Sigma = | 2.52 |

Fonte: Empresa Y, 2006.

Vale lembrar que na fase medir o rendimento do processo era de 49% e o sigma naquela situação era de 1.48. Com os números apresentados no quadro 8 ao serem

Neste PMCS (Figura 58), há um controle visual de responsabilidades de tarefas e de manutenção dos indicadores. Estes indicadores são atualizados regularmente e ficam em local de fácil acesso para que todos os envolvidos no processo possam visualizar de forma rápida a acompanhar o desempenho dos resultados controlados nestes indicadores.

Na semana 19 de 2007 a solução (Pool de Paletes) foi completamente implemetada os resultados financeiros foram acompanhados e demonstrados a equipe de liderança conforme Figura 59.

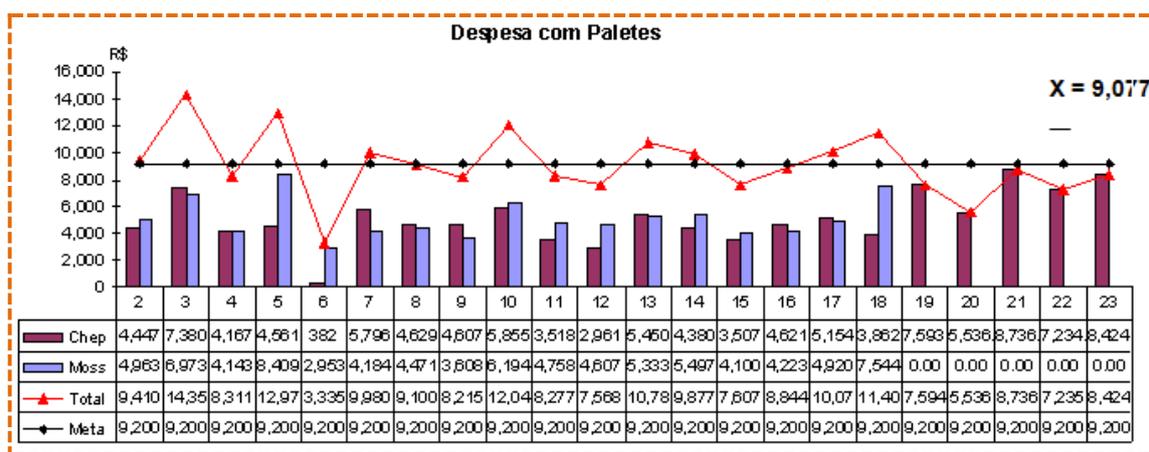


Figura 59 - Acompanhamento de Despesa com Paletes

Fonte: Empresa Y.

Conforme Figura 59 as despesas com paletes em 23 semanas de 2007 apresentaram média dentro do esperado para o período que foi de R\$ 9.200,00 por mês, apesar de apresentar alguns pontos acima da linha não foi identificado uma tendência de crescimento de tal despesa.

Outra forma de acompanhar o resultado financeiro esperado foi analisar o valor da economia alcançada após a implementação da solução Pool de paletes, números demonstrados por meio da Figura 60.

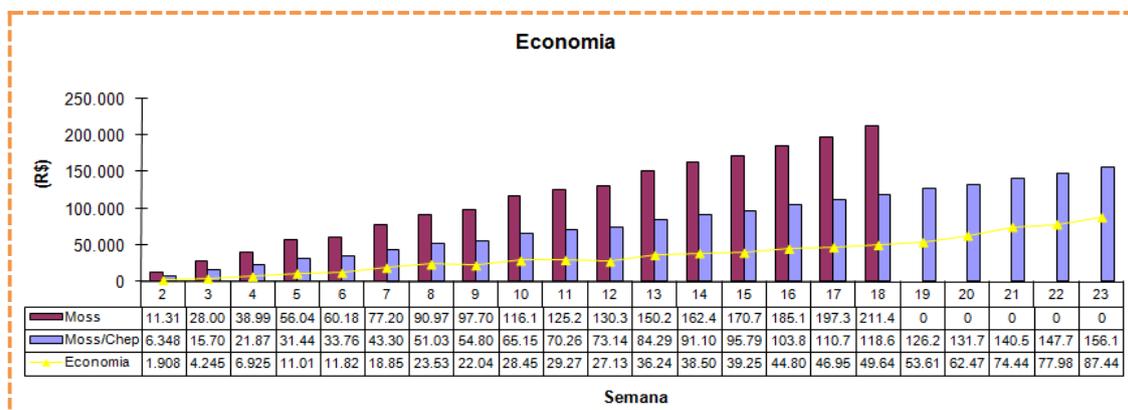


Figura 60 - Evolução da Economia do Projeto

Fonte: Empresa Y

Conforme Figura 60 a economia acumulada em um período de 23 semanas em 2007 foi de R\$ 87,000.00. Vale ressaltar que nas dezoito semanas iniciais do ano a Empresa Y não alcançou a economia projetada em virtude de utilizar neste período paletes de fornecedor local até que a empresa gestora do Pool de Paletes estivesse com o CD montado e adequado para operação, o que ocorreu somente a partir da semana dezoito. Em virtude deste fato as projeções de economia foram revisadas e a meta de economia proposta pelo projeto ao final de um ano passou a ser de R\$260.000,00 e de acordo com a evolução da economia demonstrada no gráfico acima, esta meta seria alcançada ao final de 52 semanas.

Passo 4: Fechar Projeto

Nesta fase a equipe do Seis Sigma entrega oficialmente os resultados obtidos com a implantação procedimento metológico e passa a responsabilidade para a área ou “donos do processo”, tais pessoas serão responsáveis pelo controle do PMCS e pelos resultados esperados para a área. Vale ressaltar que por meio do PMCS é possível controlar visualmente o processo, esta ferramenta dá foco para a equipe, e mantém os ganhos obtidos por meio das melhorias implementadas.

Foi realizado um evento formal, uma almoço especial, para encerramento do projeto e passagem das responsabilidades a área. Neste evento as pessoas envolvidas na implementação deste procedimento foram reconhecidas e receberam um brinde da empresa com uma no caso uma caneta especial e um certificado de participação.

Este é o diferencial dos projetos Seis Sigma, pois existe uma data de encerramento do projeto, ou seja, se o que se propôs no início foi alcançado, e melhorias para o que está implantado demandam novo esforço, então chegou-se ao momento do encerramento deste projeto. No caso do projeto de paletes as melhorias propostas foram implementadas, e as metas foram alcançadas, conforme demonstrado nos tópicos acima.

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS DOS RESULTADOS

O objetivo principal deste trabalho foi o de demonstrar a utilização do procedimento metodológico seis sigma em uma empresa de bebidas instalada no Pólo Industrial de Manaus no processo de paletização de carga por meio de um trabalho explanatório na referida empresa, testar procedimento e apresentar os resultados obtidos por meio da aplicação de tal procedimento metodológico.

O referido procedimento seguiu basicamente três etapas de acordo com a teoria estudada: Formação da equipe, escolha do projeto e aplicação do procedimento metodológico seis sigma. Os resultados estão descritos nos itens que seguem.

5.1 FORMAÇÃO DA EQUIPE

Para o sucesso do projeto Seis Sigma a empresa forneceu uma base sólida de conhecimentos técnicos específicos a um maior número de pessoas em diferentes áreas na empresa. Observou-se que treinamentos formais foram a base para a formação da equipe de liderança da empresa e para a escolha das pessoas com maior potencial de contribuição para o sucesso do projeto. A abrangência e o alcance desta etapa resultou em uma equipe com 67 pessoas ligadas a diferentes departamentos conforme demonstrado na sessão 4.2.1 deste trabalho. Isto significou a formação de uma base na qual 42% dos colaboradores estão habilitados a coordenar e executar projetos seis sigma na Empresa Y.

Como o estudo referia-se a um processo relacionado a área de logística de transporte, o foco desta discussão foi nesta área específica. Desta forma, de acordo com a metodologia proposta por Rotondaro (2002) que trata da difusão do conhecimento das técnicas do seis sigma, a empresa optou por formar membros da liderança imediata, que são os coordenadores dos subprocessos da logística interna da empresa, os quais são detentores de vasto conhecimento prático dos processo e também colocou como membro da liderança o gerente do departamento, o qual representa a ligação entre o nível operacional e a alta gerência da empresa.

5.2 ESCOLHA DO PROJETO

A empresa em questão identificou oportunidades de melhoria que podem afetar o resultado da empresa e relacionou-os com os indicadores de alto nível que são os objetivos macros da companhia. Seguindo esta lógica identificou-se a oportunidade de melhoria no processo de paletização de cargas no departamento de logística de transporte como um processo de grande impacto no objetivo “Custo Total de Manufatura por unidade” da companhia. Em seguida por meio de uma ferramenta chamada árvore decisória estabeleceu o modelo DMAIC como a metodologia utilizada para melhoria no processo de paletização na área de embarque de produtos acabados da empresa objeto de estudo.

5.3 APLICAÇÃO DO MODELO DMAIC

A Empresa Y usou o DMAIC em virtude de um problema complexo e recorrente, sem uma solução conhecida que foi identificado no processo de paletização de cargas, e no estudo de caso da empresa objeto de estudo, o processo de paletização de cargas apresentava oportunidades de melhorias cujas solução ainda não eram conhecidas ou deveriam ser validades de acordo com a metodologia proposta. Concluiu-se por meio deste procedimento:

Na fase definir (**D**) foram identificadas as oportunidades dentro do processo, tais como oportunidades financeiras e ambientais, como despesas com paletes (R\$ 900.000,00) e quantidade de resíduos sólidos (1200Ton) como oportunidades de melhoria. No estudo de caso as ferramentas utilizadas foram: diagrama de serpente, voz do cliente ou árvore de CTQ, coleta de dados ou gráficos de dados históricos.

Na fase medir (**M**), foi medido o desempenho atual do processo e diminuída a área do problema. No presente estudo de caso foram utilizados seis ferramentas, conforme segue: coleta de dados, diagrama de espaguete, mapeamento do fluxo de valor, cartas de controle, gráficos de pareto, revisão do projeto com a aplicação.

Na fase analisar (**A**), o objetivo principal foi determinar as causas-raiz e confirmá-las com dados. Nesta fase pode-se utilizar nove diferentes ferramentas, no entanto o estudo de caso identificou o uso de apenas três delas, que foram: *Brainstorming*, Diagrama de Causa e Efeito e Revisão do projeto (*Tollgate*).

Na fase melhorar (I). Nesta fase foi selecionada solução de maior impacto no problema. A empresa CHEP apresentou melhor resultado no comparativo custo & benefício e a implantação desta solução pode ser validada da seguinte forma:

Resultados Operacionais / Financeiros

Os resultados operacionais e financeiros planejadas após a implementação das soluções apresentadas pelo procedimento metodológico aplicados na empresa podem ser visualizadas de forma sumarizada na tabelas que seguem.

Tabela 5 - Resumo dos Resultados (I)

| Processos | Antes | Projeção | Resultado Melhoria |
|---------------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Despesas com paletes (R\$/ano) | 755.450,00 | 386.820,00 (Redução 66%) | 423.052,00 (Redução 56%) |
| Falta de Paletes | 49/mês | Zero | Zero (Eliminação 100%) |

Nota: Dados referentes ao ano de 2007.

Conforme mostrado na Tabela 5, pode-se observar que, com a adoção das soluções apresentadas pelo presente trabalho, foram projetadas a redução de despesas com paletes para o ano de 2007 em 69%, apesar da redução ter ocorrido o resultado alcançado não foi igual ao projetado. Ainda assim o presente resultado representou um ganho expressivo de melhoria no indicador “despesa totais com paletes”.

A eliminação de falta de paletes no processo de embarques da Empresa foi totalmente eliminado em virtude do controle implementado pela empresa e pelo kanban interno criado para controle de reposição de paletes.

Impacto Ambiental

Este ponto não havia sido avaliado como um problema a ser trabalhado pelo projeto até a adesão do Pool de Paletes. No entanto, este benefício foi quantificado, pois neste sistema os paletes não são descartados e ficam circulando na cadeia e quando há avarias as peças são consertadas e o palete retorna para a movimentação na cadeia. Os resultados foram mensurados de acordo com o consumo anual de paletes no sistema de transporte. Esta mensuração foi realizada com apoio da Agência de Florestas do Estado do Amazonas, órgão do Governo do Estado do Amazonas e os resultados são conforme segue:

Empresa Y deixou de comprar 19.000 paletes de madeira de lei por ano, equivalentes a 1.200 árvores adultas, ou 1.260m³ de madeira pré-beneficiada, isto

significa a preservação de 86ha de floresta nativa, bem como evitou-se o descarte de 665Ton de resíduos de madeira para o meio ambiente.

Tabela 6 - Resumo dos Resultados (II)

| Processos | Antes | Projeção | Resultado Melhoria |
|---------------------------------|--------------|----------|---------------------------|
| Descarte resíduo sólidos | 665 Ton./ano | Zero | Zero (Eliminação 100%) |

Nota: Dados referentes ao ano de 2007.

Produtividade

Com base nesta informação foi proposto a mudança da área de estocagem de paletes para redução do tempo de deslocamento reduzindo-se assim movimentação desnecessária, como resultado o operador tem que se deslocar somente 1060 metros e não mais os 4.040 metros do layout inicial. Ver Tabela.

Tabela 7 - Resumo dos Resultados (III)

| Processos | Antes | Projeção | Resultado Melhoria |
|-----------------------------|------------|------------|-----------------------------|
| Movimentação interna | 4.040m/dia | 1.600m/dia | 1.600m/dia (Redução 70%) |

Nota: Dados referentes ao ano de 2007.

Nesta fase sabe-se que para implementar soluções que eliminem as causas-raiz dos problemas podem-se utilizar doze ferramentas da qualidade, no entanto no estudo em referência identificou-se o uso de apenas quatro delas, tais como: matriz de priorização, processo sigma, *brainstorming* e revisão do projeto (*tollgate*). Vale ressaltar que nesta fase foi utilizada o uma ferramenta da Manufatura Enxuta conforme referenciado no item 2.7.4 no qual são descritas as características do Kanban e sua funcionalidade conforme literatura estudada.

Na fase controle (C), de acordo com Brassard *et al* (2002) deve-se controlar os ganhos obtidos com a implementação das melhorias, padronizar os métodos de controle e estabelecer responsáveis pela manutenção da melhoria destes processos. Como resultados desta fase foi criado prática padrão para o novo processo, foi determinado que uma única pessoa passasse controlar notas fiscais específicas, alimentação de database para controles de estoque e cobranças, bem como a emissão de relatórios mensais para controles do processo. Para que se obtivesse tais resultados Brassard *et al* (2002) cita seis ferramentas mais utilizadas, e no estudo de caso foram utilizadas quatro

delas conforme segue: cartas de controle, cartas de gerenciamento de processo, gráfico de tendência e revisão do projeto (*Tollgate*).

CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo foi demonstrar um procedimento metodológico para aplicação do modelo DMAIC da metodologia Seis Sigma no processo de paletização de cargas, visando o aumento da eficiência operacional de transporte da Empresa Y.

Desta forma, o procedimento metodológico foi testado através da aplicação do modelo DMAIC do Seis Sigma, desdobrada nas fases definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Em cada fase foram utilizadas as ferramentas mais adequadas de acordo com a literatura existente.

Por meio da aplicação do procedimento metodológico do modelo DMAIC foi possível determinar e quantificar os principais defeitos e desperdícios, analisar as causas dos defeitos para o estabelecimento de ações de melhoria no processo de paletização de cargas nacionais na Empresa Y.

O estudo oportunizou descrever a aplicação do procedimento metodológico Seis Sigma em uma empresa do PIM possibilitando uma visão sequencial dos passos a serem desenvolvidos no planejamento e na implementação de melhorias de processo. Com a aplicação deste procedimento eliminou-se desperdícios e reduziram-se as variações dos processos.

A aplicação deste procedimento metodológico permitiu a elaboração de um mapa de fluxo de valor do estado atual e também deu orientação para que o mapa de fluxo de valor futuro fosse estabelecido, gerando a proposição de um trajeto mais curto eliminando o desperdício de tempo no processo de movimentações internas entre o estoque e a plataforma de embarque.

Na fase definir, foram identificadas várias oportunidades, sendo o elevado custo com paletes o foco central da aplicação deste procedimento na referida empresa. Sendo assim, na fase melhorar foi implementado o sistema de pool de paletes, ou seja, um sistema de aluguel de paletes por meio de uma empresa especializada e com capacidade de gerenciar a movimentação em toda a cadeia logística do palete desde o envio a partir da Empresa Y até a coleta destes em seus clientes.

Na fase controlar foi possível observar que os resultados positivos propostos na fase melhorar foram consistentes no período em que foram medidos, ou seja, foi evidenciado nesta fase que a Empresa Y obteve redução de 66% nos custos de processo de paletização.

Este estudo demonstrou também a redução de tempo de movimentações de paletes e a redução do impacto ambiental com eliminação de descartes de resíduos sólidos.

Por fim, conclui-se que este procedimento metodológico pode ser aplicado em toda a cadeia produtiva independente do seguimento de negócio da empresa, obedecendo-se a realidade de cada empresa ou processo.

O resultado obtido neste estudo pode ser visto como fonte de consulta tanto por pessoas do meio acadêmico ou do meio empresarial visto que tanto os conceitos como os resultados alcançados por sua aplicação são de grande valor para ambos os seguimentos.

REFERÊNCIAS

BALOOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes administração de materiais distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

_____. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística**. 4 ed. Porto Alegre: Bookm. na, 2001.

BALDWIN, T. T.; DANIELSON, C.; WIGGENHORN, W. **The evolution of learning strategies in organizations: from employee development to business definition**. Academy of Management Executive, v. 11, n. 4, p. 47-58, 1997.

BARNEY, M. Motorola's second generation. **Six Sigma Forum Magazine**, p. 13-16, mai. 2002.

BASU, Ron; WRIGTH, Nevan. **Quality beyond six sigma**. Elsevier Butterworth Heinemann. 2003.

BOWERSOX D.J. e CLOSS, D.J. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**, São Paulo, Atlas, 2001

BELOHLAV, J. A. Quality, strategy and competitiveness. **California Management Review**, v. 35, n. 3, p. 55-67, primavera 1993.

BLAUTH, Regis. **Seis Sigma: uma estratégia para melhorar resultados**, *r e v i s t a FAE Business*, n.5, abr. 2003. Disponível em http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_fae_business/n5/gestao_seissigma.pdf - acessado em 15 de agosto de 2007.

BOWERSOX D.J. e CLOSS, D.J. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**, São Paulo, Atlas, 2001

BRASSARD, Michael. Field, Carolyn. Oddo, Fran. Page, Bob, Ritter, Diane. Smith, Larry. **The Six Sigma Memory Jogger™ II.GOAL/QPC**. Estados Unidos, 2002.

BREYFOGLE, F. W.; CUPELLO, J. M.; MEADOWS, B. **Managing Six Sigma**. Nova York: John Wiley & Sons, 2001.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. 1. ed. São Paulo: Pioneira, 1997.

COSTA, Fernanda de Carvalho. **Desenvolvimento de um Projeto Seis Sigma na linha de montagem da Daimler Chrysler do Brasil**. Artigo, Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia Mecânica, departamento de produção. 2006, 15p. Disponível em <http://www.epr.unifei.edu.br/TD/producao2004/PDF/Fernanda%20de%20Carvalho%20da%20Costa.pdf>. Acessado em 15/08/2007

CONNOR, G. Benefiting from Six Sigma. **Manufacturing Engineering**, v. 130, n. 2, p. 53-59, 2003.

COOPER, N. P., NOORNAN, P. **Do teams and Six Sigma go together**. Quality Progress, v. 130, n. 2, p. 25-28, June, 2003.

COUGHLAN, A. T.; ANDERSON, E.; STERN, L. W.; EL-ANSARY, A. L. **Canais de marketing e distribuição**. 6. ed. São Paulo: Bookman, 2002.

DENSFORD, L. E. Motorola University: The next 20 years. **Corporate University Review**, v. 7, n. 1, p. 15-22, jan./fev. 1999.

ECKES, George. **A Revolução Seis Sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Campos, 2001. 270 p.

ECKES, G., **Making Six Sigma last**. Nova York: John Wiley & Sons, 2001.

FEIGENBAUM, A. V. **Total quality control**. 3. ed., Nova York, McGraw-Hill, 1983.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. **Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations**. Nova York: Doubleday, 2000.

KUMPERA, V. **Estratégia Gerencial Seis Sigma**. Revista Banas Qualidade, São Paulo, Nº 89, out. 1999.

LAMBERT, Douglas; STOCK, James R.; VANTINE, José Geraldo. **Administração estratégica da logística**. São Paulo: Vantine Consultoria, 1999.

MARCHWINSKI, Chet; SHOOK John. **Léxico Lean**: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento *Lean*. São Paulo: Lean Institute, 2003.

MAIA, Jonas Lúcio, CERRA, Aline e ALVES FILHO, Alceu Gomes. **Inter-relações entre estratégia de operações e Gestão da cadeia de suprimentos**: estudos de caso no segmento de motores para automóveis. *Gest. Prod.*, Sept./Dec. 2005, vol.12, no.3, p.377-391.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Qualidade: Enfoques e ferramentas**. 1. ed. Artliber Editora, São Paulo, 2001.

MINOURA, Teruyuki. **The “Thinking” Production System: O TPS como estratégia vitoriosa para o desenvolvimento de pessoas no ambiente global de produção. 2003**. Lean Institue Brasil. Artigo disponível em <http://www.lean.org.br>. Acessado em 05/09/2007.

MORGAN, John; JONES, Martin. **Six Sigma meets ISO 9001:2000**. Disponível em <http://www.onesixsigma.com/experience/white_papers/whitepaper_pages/sixsigmamest ISO9001_2000 > Acesso em 22 Set. 2004. (citação no texto 2006)

NBR ISO 9001:2000, **Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos, Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT)**, Rio de Janeiro, 2000.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**: estratégias, operações e avaliação, Rio de Janeiro, Campus, 2001

OLIVEIRA, Josemária Lima Ribeiro; OLIVEIRA, Sidney Lino de. **Logística de Distribuição e Controle de Estoque em Uma Distribuidora de Medicamentos**. Disponível em: < <http://www.producaoonline.org.br>>. Acesso em: 11 ago. 2009. Na dissertaçã está 2005.

OAKLAND, J. S. **Gerenciamento da qualidade total**. São Paulo: Nobel, 1994.
PACE, João Henrique. **O kanban na prática**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

PANDE, P. S., NEUMAN R. P., CAVANAGH, R. R. **Estratégia Seis Sigma. Como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001. 472 p.

PRAHALAD, C. K; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, p. 79-91, may/june 1990.

PYZDEK, T. **6-Sigma a um passo da perfeição.** HSM Management, p. 86-90, maio/junho, 2003.

REED, R.; LEMAK, D. J.; MERO, N. P. Total quality management and sustainable competitive advantage. **Journal of Quality Management**, n. 5, p. 5-26, 2000.

RECHULSKI, Denise et al. **Programas de Qualidade Seis Sigma: Características Distintivas dos Modelos DMAIC e DFSS.** XI SIMPEP, Bauru, nov. 2004.

REVERE, L.; BLACK, K. Integrating six sigma with total quality management: a case example for measuring medication errors. **Journal of Healthcare Management**, v.48, n.6, p.377-391, 2003.

ROCHA, Adilson Carlos da; CANTERLE, Nilsa Maria Guarda; LIMA, Luiza Henrique. **Seis Sigma: Uma estratégia Evoluída.** Synergismus scyentifica UTFPR, Pato Branco, 01 (1,2,3,4): 1-778:2006

ROTONDARO, R. G. “Método básico: uma visão geral” (Org.). **Seis Sigma estratégia gerencial para a melhoria dos processos, produtos e serviços.** São Paulo: Atlas, 2002.

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

TRAD, Samir. **Seis Sigma: Fatores críticos de sucesso de sua implantação e impacto sobre desempenho organizacional.** 177f. Dissertação de Mestrado em Administração da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, A.; MARTINS, M. **Medição de desempenho e alinhamento estratégico: requisitos para o sucesso do programa Seis Sigma.** In: SIMPOSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 8, 2005, São Paulo. **ANAIS.** São Paulo: FVG-EAESP, 2005.

Setec Consulting Group. **Apostila Setec Consulting Group Treinamento Green Belt, Six Sigma**, 2006.

SILVA, Maria Stefania Rose. **Aplicação da metodologia Seis Sigma para a redução de defeitos em insumos**. 169f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, 2006.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SMITH, K. **Six Sigma for the service sector for the service sector**. Quality Digest Magazine, May 2003.

SPANYL, Andrew; WURTZEL, Marvin. **Seis Sigma para todos nós**. Banas Qualidade, São Paulo, p. 44-47, maio 2004.

TEIXEIRA, Rafael Gomes. **A utilização da metodologia DMAIC para a elaboração de um projeto de redução de tempo de máquina quebrada em uma indústria têxtil**. Artigo, 14p. Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia Mecânica, Departamento de produção. 2005.

TONINI, Antonio Carlos. **A Contribuição do Seis Sigma para a Melhoria dos Processos de Softwares**. 231f. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Universidade de São Paulo, 2006.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

TURNER, J. Rick; Thayer, Julian F. **Introduction to Analysis of Variance: Design, Analysis, e Interpretation**, Sage Publication, London, 2001

WERKEMA, Cristina. **Criando a cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, (Série Seis Sigma v.1), 2002.

WATSON, J. J. Satisfaction through Six Sigma. **Engineered Systems**, v. 20, n. 3, p. 94-98, Mar. 2003.

WELCH, J. Jack Welch por Jack Welch. **HSM Management**, n. 41, p. 18-30, Nov./Dec. 2003a.

WELCH, J. Os difusores: GE e Jack Welch. **HSM Management**, n. 38, p. 86-90, May/June, 2003b.

WERKEMA, Cristina. **Criando a cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, (Série Seis Sigma v.1), 2002.

WERKEMA, Consultores Associados. **Relatório O Seis Sigma no Brasil**. Banas Qualidade, São Paulo, Editora Epse, 2003. (na dissertação está 2004)

WERKEMA, Cristina. **O Seis Sigma mata a inovação? 2006**. Disponível em <http://www.minitabbrasil.com.br/novidades/artigos/artigo50.asp>, acessado em 10/08/2007.

WIGGENHORN, W. Motorola U: when training becomes an education. **Harvard Business Review**, p. 71-83, jul./ago. 1990.

YONG, J.; WILKINSON, A. The long and winding road: the evolution of quality management. **Total Quality Management**, v. 13, n. 1, p. 101-121, 2002.

ZHU, Z; SCHEUERMANN L. A comparison of quality programmes: Total quality management and ISO 9000. **Total Quality Management**, vol.10, N°.2, p.291-297, 1999.

<<http://www.rlec.org>> sítio do Reverse Logistics Executive Council. Acesso em 09 de janeiro de 2011. [Links]

(Marcus Eduardo Gonçalves; Fernando Augusto Silva Marins) *Gestão & Produção*

Print version ISSN 0104-530X

Gest. Prod. vol.13 no.3 São Carlos Sept./Dec. 2006

doi: 10.1590/S0104-530X2006000300004

Logística reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso

LACERDA, L. Logística Reversa – Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Centro de Estudos em Logística – COPPEAD, 2002. Disponível em <www.cel.coppead.ufjf.br>. Acesso em 20 de agosto de 2004. [Links]