



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE TECNOLOGIA

CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

DANIEL FIGUEIRÊDO COSTA DE QUEIROZ

**MELHORIA DA SEGURANÇA NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE
PRODUTOS PERIGOSOS MEDIANTE APLICAÇÃO DE
FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

FORTALEZA

2011

DANIEL FIGUEIRÊDO COSTA DE QUEIROZ

**MELHORIA DA SEGURANÇA NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS
PERIGOSOS MEDIANTE APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

Monografia submetida à Coordenação de Engenharia de Produção Mecânica, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: José Belo Torres, Prof.

F O R T A L E Z A

2011

Q43m Queiroz, Daniel Figueirêdo Costa de
Melhoria da segurança no transporte rodoviário de produtos perigosos
mediante aplicação de ferramentas da qualidade / Daniel Figueirêdo Costa de
Queiroz. – 2011.
56 f. : il. color., enc.

Orientador: Prof. Dr. José Belo Torres
Área de concentração: Segurança do Trabalho
Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de
Tecnologia. Depto. de Engenharia Mecânica e de Produção, Fortaleza,
2011.

1. Transporte rodoviário de carga 2. Segurança do trabalho 3. Prevenção
de acidentes I. Torres, José Belo (Orient.) II. Universidade Federal do Ceará
– Curso de Engenharia de Produção Mecânica III. Título

CDD 658.51

DANIEL FIGUEIRÊDO COSTA DE QUEIROZ

MELHORIA DA SEGURANÇA NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS MEDIANTE APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE.

Esta monografia foi submetida à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, como um dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica, outorgado pela Universidade Federal do Ceará – UFC e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta monografia é permitida, desde que feita de acordo com as normas de ética científica.

Data da aprovação ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. José Belo Torres
Prof. Orientador

Prof. Luiz Fernando Mahlmann Heineck
Membro da Banca Examinadora

Prof. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto
Membro da banca Examinadora

Dedico este trabalho à minha noiva e à
minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todos os dias.

Ao meu pai Eudo, minha mãe Inalristéia, e à Rebeca Magalhães, por todo o apoio que recebi.

À Universidade Federal do Ceará, conceituada universidade de grande porte e referência qualitativa nacional.

Aos poucos, mas verdadeiros amigos de faculdade e amigos de infância que me apoiaram e deram força nessa nova fase da vida.

Agradeço aos colegas de trabalho, que contribuíram muito para a elaboração deste trabalho.

Ao professor e orientador José Belo Torres, pela dedicação como orientador, pelo conhecimento como professor, colaborando durante toda a realização deste trabalho.

A todos os professores de faculdade que colaboraram para a minha formação acadêmica.

RESUMO

DE QUEIROZ, Daniel Figueirêdo Costa. **Melhoria da segurança no transporte rodoviário de produtos perigosos mediante aplicação de ferramentas da qualidade.** 2011. 56p. – Monografia – Curso de Engenharia de Produção Mecânica, UFC. Fortaleza.

Uso e aplicação de Ferramentas da Qualidade - estratificação, histograma, diagrama de causa-efeito ou diagrama de Ishikawa, gráfico de controle – para se detectarem as causas que incorrem com maior frequência nas ocorrências de incidentes envolvendo veículos automotores transportadores de produtos perigosos - gasolina, etanol e óleo diesel – e, a partir do levantamento das causas, determinarem-se as medidas necessárias a serem tomadas para redução do risco de acidentes e, assim, dar maior segurança ao transporte rodoviário destes produtos.

PALAVRAS-CHAVE: Transporte rodoviário. Produtos perigosos. Qualidade. Ferramentas da qualidade.

ABSTRACT

DE QUEIROZ, Daniel Figueirêdo Costa. **Improving safety in road transport of dangerous products by applying quality tools**. 2011. 56p. – Monograph - Industrial Engineering Course of the Federal University of Ceará, Fortaleza.

Use and application of Quality Tools - stratification, histogram, cause-effect diagram or Ishikawa diagram, control chart - to detect the causes that incur more frequently in instances of incidents involving motor carriers of dangerous products - gasoline, ethanol and diesel fuel - and, from the survey of the causes, determine the measurements needed to be taken to reduce the risk of accidents and thus give greater security to the transport of these products.

KEYWORDS: Road transport. Dangerous products. Quality. Quality tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de Gerenciamento de Segurança, Saúde, Conservação Ambiental e segurança Patrimonial.	19
Figura 2: Simbologia utilizada em fluxogramas	22
Figura 3: Exemplo de fluxograma	23
Figura 4: Gráfico de Pareto dos casos de devolução	26
Figura 5: Participação dos setores de produção e resíduos sólidos	27
Figura 6: Gráfico tipo histograma.....	29
Figura 7: Diagrama de causa e efeito para um problema de manufatura	31
Figura 8: Diagrama de causa e efeito na produção de resíduos na	32
Figura 9: Diagrama de Dispersão	33
Figura 10: Gráfico de Controle	35
Figura 11: Diagrama de causa e efeito da violação Frenagem Brusca	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dados completos para o diagrama de Pareto	26
Quadro 2: Participação dos setores na produção e resíduos sólidos	27
Quadro 3: Histograma referente à altura de alunos	29
Quadro 4: Violações de limites operacionais	40
Quadro 5: Folha de controle de violações	41
Quadro 6: Consolidação das violações - 2010	42
Quadro 7: Frenagens bruscas por faixa horária	43
Quadro 8: Frenagens bruscas por dias de semana	44
Quadro 9: Frenagens bruscas por dias de semana	45
Quadro 10: Consolidação das causas de frenagens bruscas	47

LISTA DE SIGLAS

Siglas:

- MTM: Methods time measurement.
- CONAMA: Conselho Nacional do Meio ambiente.
- EPI: Equipamento de proteção individual.
- CAE: Central de atendimento a emergência.
- ANP: Agência Nacional de Petróleo.
- NR: Norma regulamentadora

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1	Motivação	12
1.2	Objetivo principal do trabalho.....	14
1.3	Objetivos específicos do trabalho.....	14
1.4	Metodologia do trabalho, materiais e métodos	14
1.5	Estrutura do trabalho	15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Transporte de produtos perigosos.....	16
2.1.1	Regulamentação para o transporte rodoviário de produtos perigosos no Brasil	16
2.2	Gestão da área de segurança, saúde e meio ambiente aplicada ao transporte rodoviário de produtos perigosos	17
2.3	Ferramentas da qualidade	19
2.3.1	Fluxograma.....	21
2.3.2	Folha de verificação	23
2.3.3	Gráfico de Pareto	24
2.3.4	Histograma	28
2.3.5	Diagramas de causa-efeito.....	29
2.3.6	Diagramas de dispersão ou correlação	32
2.3.7	Gráfico de controle estatístico do processo	34
2.3.8	Brainstorming	35
2.3.9	Estratificação	36

3.	APLICAÇÃO PRÁTICA.....	38
3.1	Levantamento dos tipos de violações dos motoristas de transporte de produtos perigosos.....	38
3.2	Priorização das violações	41
3.3	Identificação e aplicação das ferramentas da qualidade adequadas ao estudo.....	43
3.4	Ações propostas.....	49
4.	CONCLUSÃO.....	51
4.1	Proposta para trabalhos futuros	52
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

1. INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

O desenvolvimento do comércio, da indústria e o aumento da frota de veículos automotores em circulação, têm demandado maior consumo de produtos perigosos, o que ocasiona uma intensificação no transporte desses produtos, requerendo maiores cuidados com a segurança na realização dessa atividade.

Entende-se por produto perigoso “qualquer material sólido, líquido ou gasoso que seja tóxico, radioativo, corrosivo, quimicamente reativo, ou instável durante a estocagem prolongada em quantidade que representa uma ameaça à vida, à propriedade ou ao meio ambiente” (Departamento de Energia dos Estados Unidos, 1998 apud LIEGGIO, 2008).

É por meio do transporte rodoviário que maior parte dos produtos perigosos são transportados no Brasil, sendo indispensável a obediência a determinadas normas de segurança tanto no manuseio, bem como no próprio transporte, evitando-se, desta forma, maiores transtornos a todos os envolvidos direta ou indiretamente nas operações.

As transportadoras de produtos perigosos estão enfatizando a gestão da área de segurança, saúde e meio ambiente – SSMA – com o intuito de conduzir seus negócios de modo a manter a segurança e a saúde dos funcionários e demais pessoas envolvidas em suas operações e evitar agressões e impactos ao meio ambiente. Tais ações, além dos benefícios citados, diferenciam as empresas que as põem em prática das demais concorrentes que as tratam com irrelevância, permitindo-lhes, obviamente, alcançar posições satisfatórias neste segmento do mercado.

Tem-se observado um número significativo de incidentes relativos ao deslocamento desses produtos pelo modal rodoviário, o que gera preocupação quando se enumeram as reais causas desses acidentes, ou seja, verifica-se alta incidência de violações de segurança relacionadas às causas levantadas, como se deduz, obviamente, a partir do tipo de acidente no qual se envolveu o veículo transportador, segundo Ieda

Lima (revista Carga Pesada – Ano XXVII – Número 155 – Abril/Mai-2011 - VII Seminário Brasileiro do Transporte Rodoviário de Cargas):

Os dados da PRF mostram que 15% dos motoristas envolvidos em acidentes (o equivalente a 22 mil profissionais) dirigiam há mais de quatro horas e outros 15% a menos de 15 minutos. A grande maioria desses veículos cadastrados na estatística das rodovias federais estava com carga.

No ano de 2004, 1,36% dos acidentes em rodovias federais envolveu caminhões com cargas perigosas. Isso representa 3,8% dos registros com veículos de carga naquele ano. Desse universo, 4.711 se envolveram em acidentes com produtos perigosos, resultando em 131 mortos; 693 feridos e 3.887 ilesos.

Os tipos principais dos acidentes com os caminhões em 2005 foram: colisão traseira (26,2%); colisão lateral (24,5%); saída de pista (10,2%); tombamento (10,1%).

(Carga Pesada – Ano XXVII – Número 155 – Abril/Mai-2011)

Incidentes no transporte de produtos perigosos podem ocasionar uma série de eventos indesejáveis, dentre eles colisões, explosões, derrames, contaminações, que trazem consigo possíveis danos pessoais, materiais, ambientais e prejudicam a reputação da empresa responsável pelo transporte.

Com o intuito de identificar as causas dos incidentes relacionados ao transporte rodoviário de produtos perigosos, buscou-se responder: “Como ferramentas da qualidade podem ser aplicadas, objetivando a diminuição dos índices destas ocorrências relacionadas ao transporte rodoviário de produtos perigosos?”.

1.2 Objetivo principal do trabalho

Analisar e identificar por meio de ferramentas da qualidade as reais causas dos incidentes relacionados ao transporte rodoviário de produtos perigosos, visando reduzir o número de acidentes que acontecem no decorrer dessa atividade.

1.3 Objetivos específicos do trabalho

- Definir as ferramentas da qualidade;
- Apontar e conceituar os incidentes ocorridos nas operações;
- Utilizar as ferramentas da qualidade para identificar as causas;
- Analisar os resultados obtidos.
- Determinar e propor ações que visem a redução desses incidentes.

1.4 Metodologia do trabalho, materiais e métodos

O tema da pesquisa envolve a aplicação de algumas ferramentas da qualidade – estratificação, histograma, diagrama de causa-efeito ou diagrama de Ishikawa, gráfico de pareto – na identificação das causas que provocam violações de segurança, por parte dos motoristas, na prática do transporte rodoviário de produtos perigosos. Utiliza-se como ambiente de estudo as atividades exercidas por uma empresa do ramo de transportes (distribuição de combustíveis), no ano de 2010. A partir da análise de suas atividades, serão elaborados planos e ações estratégicas relativas a gestão desse processo, visando-se redução dos índices de incidentes ocorridos no transporte rodoviário desses produtos.

Pretende-se levantar por meio da coleta de dados os incidentes ocorridos com maior frequência nas operações de transporte, utilizando as ferramentas da qualidade para enumerar suas causas e analisar os resultados obtidos.

Para o planejamento da pesquisa, ou seja, para mostrar os fatos do ponto de vista teórico e prático, empregou-se a pesquisa bibliográfica e a busca documental com o intuito de proporcionar maior precisão na identificação dos dados obtidos pela observação e análise das situações.

Diante do exposto, os fatos e opiniões observadas no desenvolver da pesquisada não devem ser generalizados, nem seus resultados podem ser aplicados como orientação absoluta nas demais empresas do ramo, posto que, o trabalho utilizou dados da empresa em estudo, não podendo estender os resultados a outros ambientes distintos.

1.5 Estrutura do trabalho

A presente pesquisa compõe-se de quatro capítulos, sendo o primeiro introdutório à pesquisa. O capítulo 2 apresenta as ferramentas da qualidade, utilizando suas definições bem como as exemplificando. No capítulo 3 pode-se observar o levantamento dos tipos de violações dos motoristas de transportes de produtos perigosos da referida empresa, priorizando-se as violações, identificando e aplicando as ferramentas da qualidade adequadas ao estudo e propondo-se ações para a redução das violações, tendo como alvo a diminuição dos incidentes. Finalizando o trabalho, dá-se forma às conclusões acerca dos temas relacionados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Transporte de produtos perigosos

O transporte de produtos perigosos no Brasil é realizado em diversos tipos de modais: rodoviário, ferroviário, hidroviário, marítimo, através de dutos. No entanto, cerca de 90% do transporte é realizado utilizando o modal rodoviário.

Faz-se necessário esclarecer a distinção existente entre carga perigosa e produto perigoso, uma vez que será abordado neste trabalho apenas o transporte rodoviário deste último:

- a) O produto perigoso oferece risco armazenado no depósito ou sendo transportado.
Exemplo: Um tambor contendo 200 litros de gasolina.
- b) A carga perigosa estacionada no pátio da empresa não oferece risco, o que só acontece quando está sendo transportada.
Exemplo: Um transformador de energia elétrica pesando 110 toneladas (FLÁVIO CORPAS, 2002).

A operação de transporte de produto perigoso oferece grandes riscos, que combinados com algumas condições adversas, como fadiga do motorista, imprudência do mesmo, estado de conservação do veículo, chuvas, neblinas, grande fluxo de veículos, estado das vias, dentre outros, podem ocasionar acidentes com gravidade real e potencial muito elevada.

2.1.1. Regulamentação para o transporte rodoviário de produtos perigosos no Brasil

O transporte rodoviário de produtos perigosos por vias públicas é disciplinado pelo Decreto nº 96.044, de 18 de Maio de 1988, sendo complementado pelas Instruções aprovadas pela Resolução nº 420, de 12 de Fevereiro de 2004, da ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres e posteriores alterações.

Os produtos considerados perigosos para transporte estão dispostos na Resolução nº 420/04 da ANTT, onde são enquadrados de acordo com suas características físico-químicas em uma das classes ou subclasses de risco. Esse estudo trata do transporte de líquidos inflamáveis, classificados na Classe de Risco 3.

Savariz (1989, p. 36) afirma que à classe de risco 3, dos produtos perigosos, pertencem os líquidos inflamáveis, expondo o seguinte:

1. “São compreendidos os líquidos inflamáveis com ponto de fulgor abaixo de 65,6⁰C em vaso aberto”.
2. “Os tanques que tenham contidos produtos da classe 3, para poderem ser transportados, devem estar fechados da mesma maneira que deveriam se estivessem cheios. Seu transporte deve obedecer às mesmas prescrições que os tanques cheios, inclusive quanto à simbologia, a não ser que tenham sido descontaminados”.

A definição, *supra*, difere da atual conceituação de líquidos inflamáveis, consoante a Portaria MT nº 204/97, posto que a esta foram feitos acréscimos na determinação de tais produtos, dispondo que:

Líquidos inflamáveis são líquidos, misturas de líquidos, ou líquidos contendo sólidos em solução ou em suspensão (como tintas, vernizes, lacas etc., excluídas as substâncias que tenham sido classificadas de forma diferente, em função de suas características perigosas) que produzem vapores inflamáveis a temperaturas de até 60,5°C, em teste de vaso fechado, ou até 65,6°C, em teste de vaso aberto, conforme normas brasileiras ou normas internacionalmente aceitas.

Devem ser observadas, cuidadosamente, as substâncias que compõem o produto, uma vez que a Portaria MT nº 204/97 fixa as classes de risco para os produtos considerados perigosos em sua essência, sem o acréscimo de outros elementos que impliquem na mudança da classe de risco ou na determinação da espécie de embalagem a ser utilizada no acondicionamento do mesmo.

2.2 Gestão da área de segurança, saúde e meio ambiente aplicada ao transporte rodoviário de produtos perigosos

As transportadoras de produtos perigosos estão enfatizando a gestão da área de segurança, saúde e meio ambiente – SSMA – com o intuito de conduzir seus negócios de modo a manter a segurança e a saúde dos funcionários e demais pessoas envolvidas

em suas operações, cliente e público em geral, bem como evitar agressões e impactos ao meio ambiente. Tais ações, além dos benefícios citados diferenciam a empresa dos demais concorrentes, proporcionando-lhe uma posição satisfatória face às organizações atuantes neste ramo.

A Gestão Ambiental requer planejamento buscando a redução ou extinção de danos ao meio ambiente em caso de ocorrência de incidentes no transporte ou manuseio de produtos perigosos. A integração na gestão da empresa relacionada aos aspectos da SSMA, quando tratada especificamente a partir dos impactos ambientais, conforme ressalta Martini Júnior (1999, p. 78), requer:

a melhoria contínua do desempenho ambiental, entendido como o resultado obtido com a gestão dos aspectos ambientais, exige um processo de aprimoramento contínuo. Para se alcançar este estágio, o caminho correto passa pela resolução efetiva dos problemas ambientais [relacionado, no estudo em questão, à amenização dos impactos negativos ou dos riscos no transporte ou na manipulação de produtos perigosos].

Organizações que operam com produtos perigosos (como no caso de combustíveis derivados do petróleo) preceituam a adoção de um Sistema de Gerenciamento de Segurança, Saúde, Conservação Ambiental e Segurança Patrimonial por parte das empresas que realizam a distribuição ou logística de seus produtos. Um exemplo claro dessa exigência é o sistema adotado e exigido pela Shell Brasil Ltda. denominado HSSE-MS, ao impor a obrigatoriedade do uso desse sistema às empresas transportadoras contratadas para transportar líquidos inflamáveis, visando o comprometimento claro e proativo com a Saúde, Segurança e Conservação Ambiental em todos os níveis das diretorias dessas empresas transportadoras. Essas empresas devem adotar esse sistema conforme o esquema demonstrativo mostrado na figura 1.

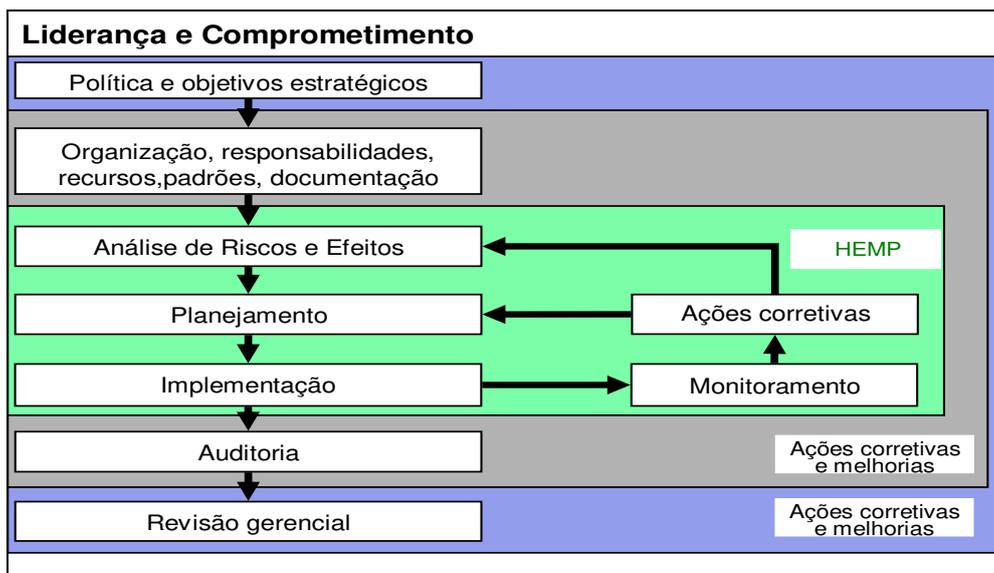


Figura 1: Sistema de Gerenciamento de Segurança, Saúde, Conservação Ambiental e Segurança Patrimonial (HSSE-MS)

Fonte: Manual de Transportes Shell (2010)

As empresas que aspirem atuar ou que operem com o emprego do HSSE-MS, devem estar atentas principalmente ao comprometimento de gestores e funcionários com a aplicação efetiva desse sistema para que sejam obtidos resultados satisfatórios em conformidade com os objetivos traçados.

2.3 Ferramentas da Qualidade

“Qualidade é um conjunto total das características de marketing, engenharia, fabricação e manutenção do produto ou serviço que satisfazem às expectativas do cliente” (MAXIMIANO, 2000, p. 78).

A utilização das ferramentas da qualidade nesse trabalho visa o aperfeiçoamento ou melhoramento no processo de transporte rodoviário de produto perigoso, no caso específico, de combustíveis derivados de petróleo.

A globalização leva as empresas a buscarem um diferencial competitivo cada vez mais acirrado, implicando em uma contínua busca pela qualidade. No intuito de melhorar os processos, cabe às organizações o papel de identificar, dentre todas as ferramentas da qualidade existentes, a que mais se adéque à situação. Relevante se torna para a empresa que todos, desde os supervisores até a presidência tenham conhecimento, por menor que seja, acerca das ferramentas da qualidade aplicadas na organização, a fim de que possam desenvolvê-las de forma satisfatória. Para tanto, faz-

se necessário a realização de treinamento ou de um curso, previamente à aplicação e uso destas ferramentas.

A qualidade deixou de ser considerada desnecessária, passando agora a ser essencial para sobrevivência e crescimento de empresas e organizações em um mercado globalizado. Para Juran (*apud* VIEIRA, 1995) a qualidade está ligada aos bens ou serviços que seguem os desejos ou expectativas dos clientes, bem como à inexistência de defeitos na execução desses serviços ou na utilização dos bens.

Ferramentas da qualidade apresentadas neste trabalho:

1. Fluxograma;
2. Folha de Verificação;
3. Histograma;
4. Gráfico de Pareto;
5. Diagrama de causa-efeito;
6. Diagrama de dispersão ou correlação;
7. Gráfico de controle estatístico do processo;
8. *Brainstorming*;
9. Estratificação.

2.3.1 Fluxograma

O fluxograma é uma importante ferramenta da qualidade capaz de tornar mais clara a visualização de processos do trabalho por meio de uma representação gráfica, também chamada de diagrama, que ilustra de forma simplificada a seqüência de todos os passos seguidos em um processo. Ou seja, descreve de forma esquemática o trabalho envolvido no processo e apresenta os pontos em que decisões são tomadas.

Pode-se utilizar o fluxograma tanto para resolução de problemas, indicando as ferramentas selecionadas para a eliminação do problema ou obstáculo encontrado, visando a melhoria do processo, quanto para analisar os sintomas do problema prioritário, testar as hipóteses para solução, planejar e empregar as respostas encontradas.

Para Brassard (2000, p. 09), fluxograma é uma ferramenta que expressa as várias etapas de um processo, permitindo uma visão holística de todo o processo, bem como sua análise e redesenho.

Esta ferramenta, ao melhorar a compreensão do processo do trabalho, mediante análise precisa de seus métodos, rotinas e processos, permite o aperfeiçoamento de processos empresariais.

O fluxograma possibilita:

1. Identificar as atividades críticas de um processo de trabalho;
2. Estabelecer um padrão ou uma norma de procedimentos, visando análises futuras dos processos;
3. Compreender com clareza as relações entre unidades de trabalho;
4. Identificar e suprimir as atividades inúteis de um processo.

A elaboração de um fluxograma inicia-se com o mapeamento do processo, onde se faz necessário entender e levantar todos os passos desta operação. Nesta fase torna-se imprescindível que as pessoas com o maior volume de informações sobre a atividade se reúnam para expor suas ideias e sugestões.

O fluxograma é desenhado empregando alguns símbolos padronizados, conforme expõe a figura 2 apresentada a seguir:

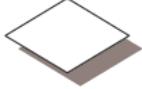
	Indica o <u>início</u> ou o <u>fim</u> do processo.
	Indica cada <u>atividade</u> que precisa ser executada.
	Indica um ponto de tomada de <u>decisão</u> (Testa-se uma afirmação. Se verdadeira, o processo segue por um caminho, se falsa, por outro).
	Indica a <u>direção</u> do fluxo de um ponto ou atividade para outro.
	Indica os <u>documentos</u> utilizados no processo.
	Indica <u>espera</u> . No interior do símbolo é apresentado o tempo aproximado de espera.
	Indica que o fluxograma continua a partir deste ponto em outro círculo com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior.

Figura 2: Simbologia utilizada em fluxogramas
Fonte: Peinado; Graeml, 2007, p. 539.

Após a elaboração de um fluxograma para um determinado processo de trabalho, faz-se uma análise crítica e profunda deste, identificando possíveis deficiências, pontos fortes e fracos de determinados métodos, aspectos a serem melhorados e variações existentes no processo.

A figura 3 mostra um exemplo de fluxograma de um processo baseado no procedimento de controle de produtos não-conformes de uma grande empresa de produtos eletrodomésticos.

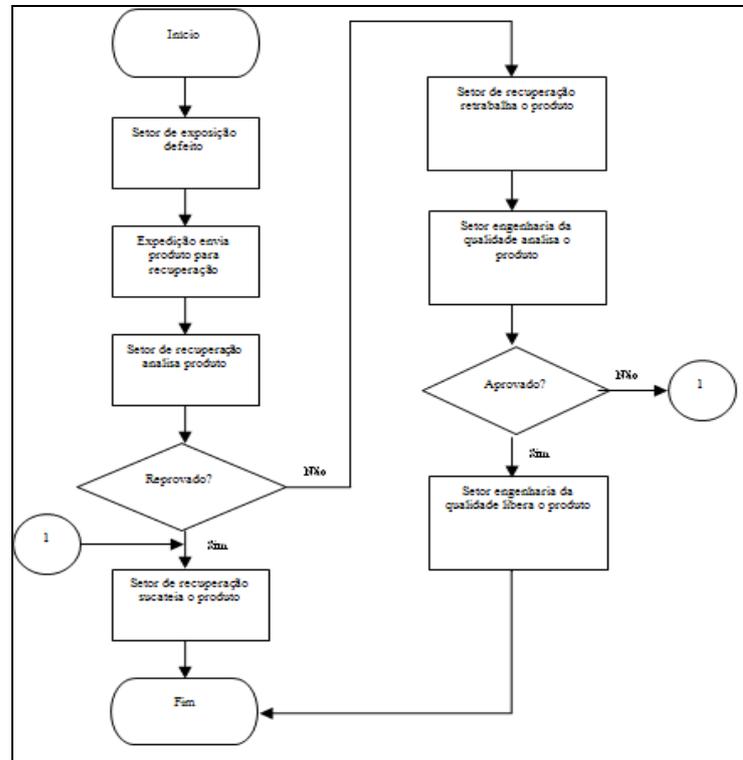


Figura 3: Exemplo de fluxograma
Fonte: Peinado; Graeml, 2007, p. 540.

2.3.2 Folha de Verificação

As Folhas de verificação ou de dados podem ser conceituadas como impressos utilizados para unificar ou observar os resultados de trabalho ou coleta de dados (BARBOSA, S.l, s.n.).

Ainda existem empresas que tomam decisões ou propõem planos de melhoria baseados apenas em suposições, deixando de lado o fato de que uma tomada de decisão bem estruturada assenta-se em ocorrências e eventos fundamentados, bem como em dados comprovados.

A utilização de simples folha de verificação possibilita melhor compreensão dos problemas, haja vista ser uma ferramenta de fácil compreensão, utilizada para expor a frequência com que determinados eventos acontecem, proporcionando uma maneira de se organizar, apresentar, e analisar os dados, bem como fornecendo evidências objetivas para as

soluções destes. Ela ajuda na avaliação da eficácia das ações corretivas empregadas (MARIANI, 2005, p. 07). Também é empregada no levantamento de dados sobre a qualidade de um produto. Tal ferramenta serve de base ou apoio para a criação, por exemplo, do Gráfico de Pareto. Quando elaborada de forma precisa, possibilita que o problema seja subdividido, gerando um retrato mais claro do problema (BONIFÁCIO, 2006 *apud* THOZO, 2008, p.21).

Uma folha de verificação pode ser um quadro ou uma planilha utilizada para contabilizar a quantidade de ocorrências de um ou mais eventos. A construção desse quadro, de acordo com Brassard (2000, p.14), envolve as seguintes etapas:

1. Estabelecer exatamente qual evento está sendo estudado. Todos têm que estar observando a mesma coisa;
2. Definir o período durante o qual os dados serão coletados;
3. Construir um formulário claro e de fácil manuseio, certificando-se de que todas as colunas estão claramente tituladas e que há espaço suficiente para o registro dos dados;
4. Coletar os dados consistentes e honestamente, certificando-se de haver tempo para a tarefa de coleta de dados.

Como as folhas de dados servem para verificar a frequência do acontecimento de determinados eventos, em seu corpo devem ser incluídas informações acerca da finalidade da verificação e dos itens que deverão ser observados. Pode-se defini-la como uma transformação de dados em informação.

2.3.3 Gráfico de Pareto

Segundo Trevisan (1993, *apud* VIEIRA, 1995), “Análise de Pareto é uma técnica usada na solução de problemas para exibir os dados sobre um problema, permitindo que seus aspectos mais significativos sejam facilmente identificados. Isto é realizado através de um diagrama de barras”.

Outra conceituação é a que define o Gráfico de Pareto como “um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas.

A informação assim disposta também permite o estabelecimento de metas numéricas viáveis de serem alcançadas” (WERKEMA, 1995 *apud* MACÊDO, 2001, p.03).

Define-se a ferramenta como um gráfico de barras que possibilita a visualização por meio de uma estratificação de vários problemas ou causas. Sua finalidade é o estabelecimento de uma ordem a ser seguida das causas de determinado problema que deve ser sanada, conforme o número de ocorrências e o grau de importância na situação analisada.

O gráfico de Pareto foi desenvolvido pelo economista italiano Vilfredo Pareto, que com o estudo sobre a não uniformidade da distribuição de renda das pessoas, verificou que 80% das riquezas do país estavam concentradas nas mãos de 20% das pessoas. Esse comportamento do problema se mostrou semelhante a problemas com processos industriais e na administração em geral.

A construção do gráfico de Pareto pode ser baseada em uma folha de verificação referente a uma determinada atividade ou operação, ou qualquer outra fonte de dados. Sua maior aplicação é permitir uma fácil visualização e reconhecimento das causas ou problemas mais importantes, tornando evidente a parcela de contribuição de cada item para a realização da atividade. Então, a eficiência desse método de análise se dá quando se concentram os esforços em problemas ou itens, eventos relevantes.

O gráfico de Pareto possibilita o reconhecimento de problemas sob os aspectos:

1. Da qualidade, como imperfeições, não conformidades e reclamações;
2. De custos, como desperdícios, perdas e despesas;
3. De segurança, como acidentes, incidentes e quebras;
4. De atendimento, como atrasos, liberação e falta de estoque (Vieira, 1995).

Um exemplo da aplicação da ferramenta Gráfico de Pareto é demonstrado por Peinaldo e Alexandre R. (2007, p.547): “uma empresa fabrica e entrega seus produtos para várias lojas de varejo e deseja reduzir o número de devoluções. Para isto, a empresa levantou o número de ocorrências geradoras de devolução da entrega no último semestre”. Os dados obtidos estão dispostos na quadro 1.

Quadro 1: Dados completos para o Diagrama de Pareto.
Fonte: Peinado; Graeml, 2007, p. 549.

Razões	Número de ocorrências	Casos acumulados	Percentual unitário %	Percentual acumulado %
Atraso na entrega	140	140	28	28
Atraso da transportadora	125	265	25	53
Produto danificado	65	330	13	66
Faturamento incorreto	60	390	12	78
Separação errada	45	435	9	87
Pedido errado	30	465	6	93
Preço errado	20	485	4	97
Outros	15	500	3	100
Total	500		100	

Com estes dados pode ser desenhado o gráfico de Pareto apresentado abaixo, na figura 4.

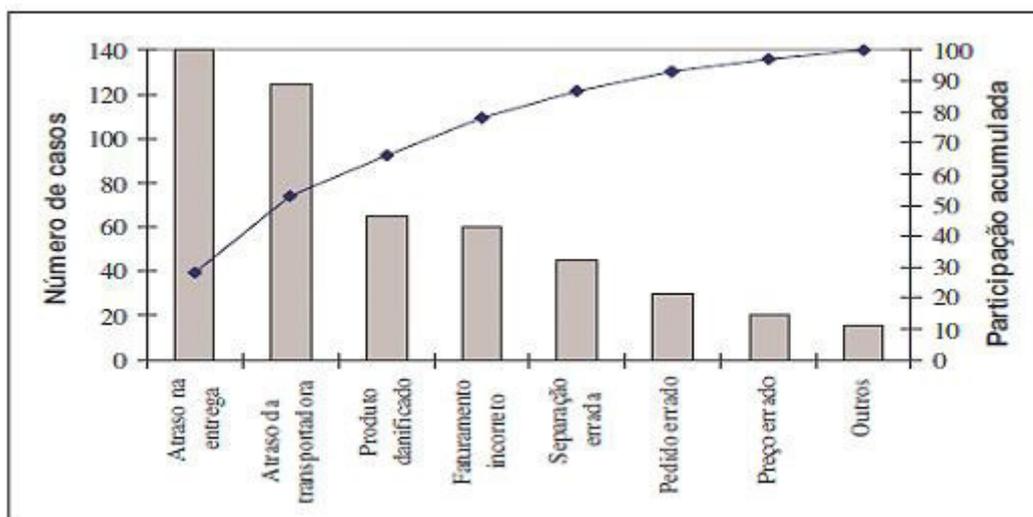


Figura 4: Gráfico de Pareto dos casos de devolução.
Fonte: Peinado; Graeml, 2007, p. 549.

“Conforme é possível observar pela análise de Pareto, para diminuir drasticamente o problema de devolução de produtos, será necessário criar um programa de ação para a empresa diminuir os atrasos de entrega da fábrica e da transportadora. Apenas com esta ação, 53% do problema será resolvido” (PEINADO; ALEXANDRE R., 2007, p.549).

Além da aplicação acima, o Gráfico de Pareto pode ser empregado em diversas circunstâncias com a finalidade de priorizar as causas de um problema em determinada

situação. Outro exemplo de sua aplicação pode ser verificado no gerenciamento do lixo hospitalar, com o intuito de reduzir os impactos negativos ao meio ambiente.

Setor	Segundo Castro, 1996
Enfermaria	18,6 %
UTI	8,4 %
Centro cirúrgico	6,7 %
Pérfuro-cortante	2,6 %
Administrativo	2,4 %
Ambulatório	3,7 %
Cozinha	47,7 %
Maternidade	-
Ortopedia	-
Outros	9,7 %

Quadro 2: Participação dos setores na produção e resíduos sólidos em hospitais.
 Fonte: OROFINO 1996 *apud* MACÊDO, Rose de. et al. 2001.

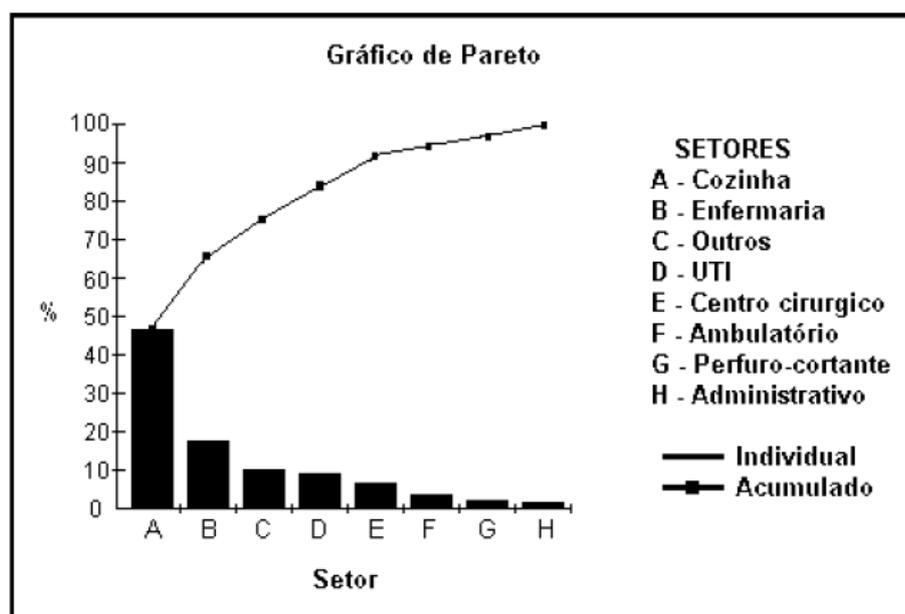


Figura 5: Participação dos setores na produção e resíduos sólidos em hospitais.
 Fonte: O uso das ferramentas da qualidade no gerenciamento do lixo hospitalar, 2001.

Por meio do gráfico da figura 5, observa-se que o setor com maior produção de lixo é a cozinha, sendo necessárias ações corretivas, a priori, neste setor com o fim de reduzir os resíduos.

Esta ferramenta poderá servir de base para a elaboração do diagrama de causa e efeito com o fim de enumerar a diversas causas da produção de grande quantidade de resíduos sólidos na cozinha para, posteriormente, estabelecer as possíveis ações corretivas ou amenizadoras.

2.3.4 Histograma

Enquanto o diagrama de Pareto aborda somente aspectos como imperfeições, perdas, atrasos na entrega, o histograma determina a medição de dados, apresentando a distribuição dos mesmos. Conforme Peinado e Alexandre R. (2007, p.553), “os histogramas servem para mostrar a frequência com que algo acontece”. Também pode ser denominado de distribuição de frequência.

Para Lins (1993, p.156), o histograma caracteriza-se pela representação de barras verticais que demonstram valores de determinada particularidade reunidos por intervalos. É útil para organizar dados. Para Martini Júnior (1999, p. 06), o histograma “é uma ferramenta indispensável para a análise e interpretação dos dados obtidos através de observação e experimentação nas mais diversas áreas das ciências, sendo uma forma de visualizar como estes dados se distribuem”.

A construção de um histograma deve ser elaborada minuciosa e cautelosamente, pois é provável a existência de interpretações pessoais diversas que muitas vezes podem ser equivocadas. Podem existir variações quanto ao número de barras, sua espessura e altura das mesmas, resultando em um gráfico impreciso.

Segundo Peinado e Alexandre R. (2007, p. 554-556) as etapas para elaboração do histograma são:

- 1º Passo: Determinar a amostra.
- 2º Passo: Calcular a amplitude.
- 3º Passo: Escolher o número de classes.
- 4º Passo: Calcular o intervalo das classes.
- 5º Passo: Calcular os extremos das classes.
- 6º Passo: Mostrar o histograma.

O quadro seguinte mostra um exemplo de aplicação para um histograma:

Nº	Altura (m) ²⁷	Quantidade de Alunos
1	1,45 — 1,50	13
2	1,50 — 1,55	33
3	1,55 — 1,60	84
4	1,60 — 1,65	76
5	1,65 — 1,70	147
6	1,70 — 1,75	231
7	1,75 — 1,80	95
8	1,80 — 1,85	73
9	1,85 — 1,90	23
10	1,90 — 1,95	27

Quadro 3: Histograma referente à altura de alunos.
Fonte: Peinado; Graeml, 2007, p. 554.

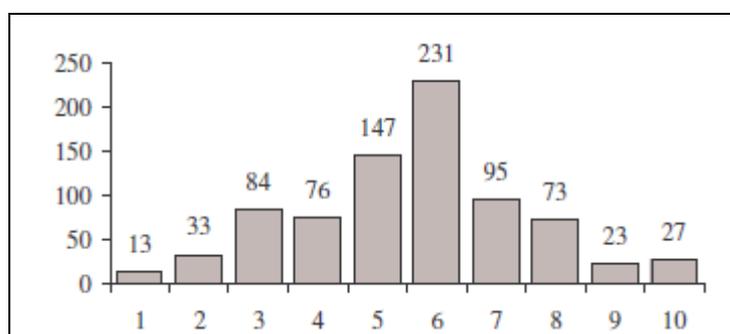


Figura 6: Gráfico tipo histograma.
Fonte: Peinado; Graeml, 2007, p. 554.

O histograma apresentado expõe de forma gráfica a distribuição das alturas dos estudantes de uma faculdade.

2.3.5 Diagramas de causa-efeito ou Diagrama de Ishikawa

Desenvolvido pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa, o diagrama também conhecido “espinha de peixe”, nome atribuído pelo formato que apresenta, possibilita, esta ferramenta, a identificação, exploração, apresentação e estudo planejado das possíveis causas de um problema específico, ou seja, permite o desdobramento destas causas até atingir níveis de observação e compreensão adequados que facilitem o encontro de soluções para o problema.

Segundo Brassard (1994, p.24), “o diagrama de causa e efeito foi desenvolvido para representar a relação entre o ‘efeito’ e todas as possibilidades de causa que podem contribuir para este efeito”.

Para Slack (2002, p.614-615), “os diagramas de causa-efeito são um método particularmente efetivo de ajudar a pesquisar as raízes de problemas. [...] Tornaram-se extensivamente usados em programas de melhoria”.

Peinado e Alexandre R. (2007, p. 551) afirmam que “[...] nas organizações de manufatura, as causas de problemas estão, normalmente, diretamente ligadas a seis áreas, conhecidas como os seis ‘M’: mão-de-obra, materiais, máquinas, medidas, meio ambiente e métodos. Para organizações de serviços, estas áreas não são aplicadas, sendo substituídas por outras, como por exemplo: política, legislação, lugar, pessoal e procedimentos.”

O diagrama causa-efeito expõe claramente as diversas causas que afetam um processo. De acordo com Slack (2002, p.615), as etapas para se esboçar um diagrama causa-efeito são as seguintes:

1º Passo: Colocar o problema na caixa de “efeito”.

2º Passo: Identificar as principais categorias para as causas do problema. Embora qualquer categorização possa ser usada para os ramos centrais do diagrama, há cinco categorias comuns: equipamento, mão-de-obra, materiais, métodos e dinheiro.

3º Passo: Usar a busca sistemática de fatos e discussão em grupos para gerar possíveis causas relacionadas a estas categorias. Condição, evento ou situação que possa resultar em um efeito que está sendo considerado deve ser listada como causa potencial.

4º Passo: Registrar todas as causas potenciais no diagrama sob cada categoria e discutir cada item para combinar e esclarecer as causas.

A utilização do Diagrama de Ishikawa proporciona segundo Barbosa (S.I, s.n.), os seguintes benefícios:

- A prática de se construir o diagrama de causa e efeito é um processo educacional.
- Ele se torna um guia para discussão.
- As causas são buscadas ativamente (e de forma sinérgica) e devidamente registradas e hierarquizadas.
- O diagrama mostra o grau de conhecimento (desenvolvimento tecnológico) do grupo.
- Ao terminar a montagem do diagrama, o grupo conhecerá todos os aspectos do problema, saberá o que será feito, e haverá consenso. Os projetos decorrentes passam a pertencer a todos.

Fazendo uso desta ferramenta, identifica-se que além dos benefícios que proporciona para determinação das causas de um problema específico, pode-se também, através da análise do diagrama, perceber como está o nível de compreensão de cada equipe envolvida na identificação das causas.

Peinado e Alexandre R. (2007, p.552) utilizaram um exemplo para demonstrar aplicação desta ferramenta: “A figura 7 abaixo ilustra um exemplo de diagrama de causa e efeito para um problema industrial sobre o excesso de variação da espessura da camada de pintura a pó de uma superfície metálica”.

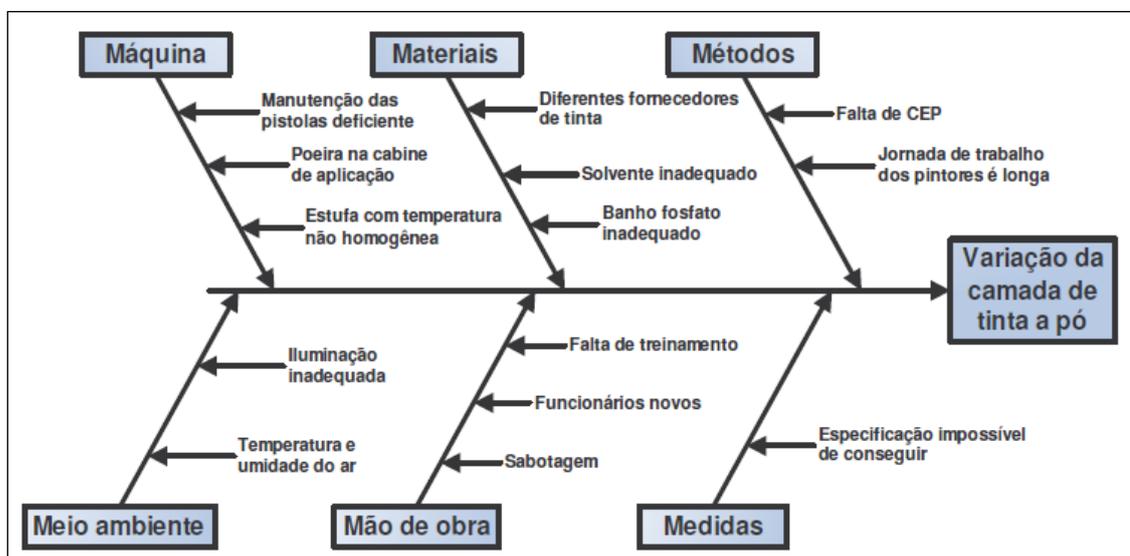


Figura 7: Diagrama de causa e efeito para um problema de manufatura.
Fonte: Peinado; Graeml, 2007, p. 552.

No exemplo acima foi estabelecido o problema (efeito) – variação da camada de tinta a pó – e suas causas, que por sua vez, foram agrupadas em famílias para auxiliar sua visualização e na enumeração das ações corretivas.

Outro exemplo que pode ser utilizado é o da figura 8, referente ao Gráfico de Pareto da produção de lixo hospitalar, distribuída por setor, que permitiu a verificação do setor de maior produção de resíduos sólidos no ambiente hospitalar (cozinha), possibilitando a confecção do diagrama de causa e efeito com o objetivo de analisar a geração dos resíduos sólidos.

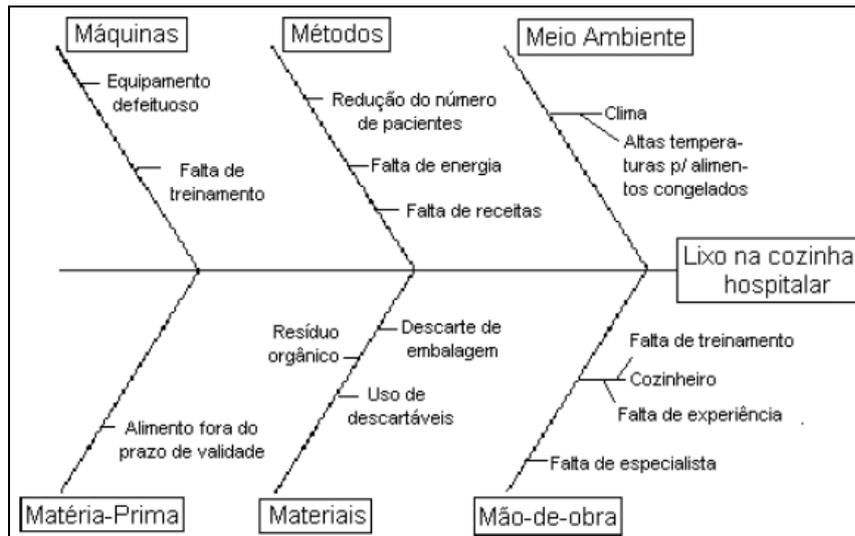


Figura 8: Diagrama de causa e efeito na produção de resíduos na cozinha hospitalar.
Fonte: O uso das ferramentas da qualidade no gerenciamento do lixo hospitalar, 2001.

A partir do diagrama de causa e efeito, enumera-se as diversas causas da produção de grande quantidade de lixo neste setor, com o fim de estabelecer as prováveis ações de correção.

Conforme Mizuno (1988, p.151), a utilização do diagrama de espinha de peixe permite discutir problemas para responder a questionamentos acerca da necessidade de identificação das principais causas de um problema e sobre a existência de idéias ou opiniões envolvendo as causas dos mesmos.

Torna-se importante a utilização das ferramentas fluxograma e gráfico de Pareto, para a elaboração do diagrama espinha de peixe, visto que se faz necessária uma detalhada descrição do processo e definição do problema com o objetivo de proporcionar maior eficácia da ferramenta.

2.3.6 Diagrama de dispersão ou de correlação

Os diagramas de correlação são uma maneira rápida e simples de verificar a relação entre duas variáveis de um mesmo processo. Sua utilização tem como finalidade tornar mais visível o que ocorre com uma variável, quando outra sofre mudança, ou seja, enfatiza a relação existente.

O diagrama de dispersão permite que se observe uma relação de causa e efeito, entretanto, tal relação não significa “[...] que uma variável afeta a outra, mas torna claro se uma relação existe e em que intensidade” (BRASSARD, 2000, p. 44).

Para Bonifácio (2006 *apud* THOZO, 2007, p.35), o uso do Diagrama de Dispersão possibilita verificar se uma variável afeta a outra e com que intensidade.

Conforme Thozo (2007, p.35), sua utilização proporciona a visualização do nexo existente entre: o preço de um produto e o volume de vendas; número de alunos por sala e a idade média dos alunos; média de horas extras e média de erros apurados.

No diagrama de dispersão, a conexão entre as variáveis é cada vez maior à medida que os agrupamentos estejam mais coesos. Essa relação se torna mais clara quando se visualiza no gráfico as linhas de tendências, originadas dos pontos gravados.

Segundo Lins (1993, p. 157), a correlação das variáveis poderá:

- a) inexistir — no caso, não será possível identificar qualquer tipo de comportamento típico no gráfico;
- b) caracterizar-se como uma correlação linear — no gráfico, os pontos tenderão a se distribuir ao longo de uma reta;
- c) caracterizar-se como uma correlação não linear — no gráfico, os pontos tenderão a se distribuir ao longo de uma curva, ou de várias curvas similares que se repetem periodicamente;

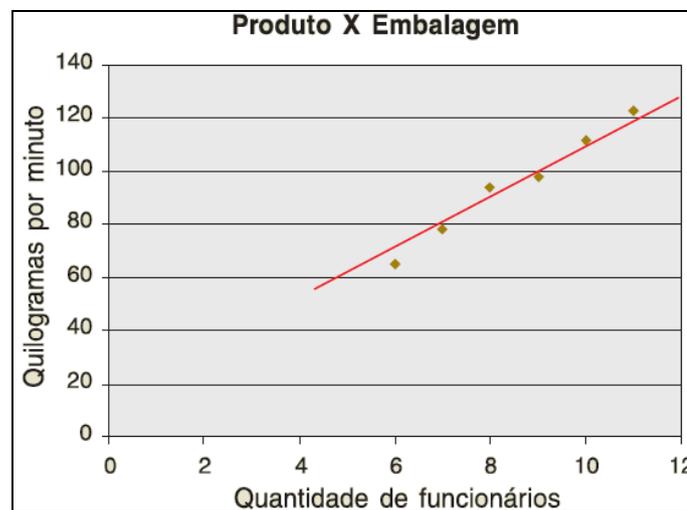


Figura 9: Diagrama de Dispersão.

Fonte: Koyano, Maurício, 2009, p.60.

2.3.7 Gráfico de controle estatístico do processo

Esta ferramenta da qualidade foi desenvolvida pelo estatístico Walter Shewhart com o fim de realizar o acompanhamento de um processo. Esse acompanhamento se faz analisando o comportamento das variações que ocorrem em um determinado processo, indicando se este está dentro dos limites de controle estabelecidos.

Um processo é consistente quando seus eventos se distribuem dentro dos limites previsíveis, ou seja, permanece dentro da faixa de controle. Os eventos que fogem dessa regra necessitam ser identificados, estudados e tratados, a fim de colocar sob controle o processo.

De acordo com Lins (1993, p.156) o estudo do comportamento do processo se baseia em duas premissas:

- a) todo processo sofre pequenas variações aleatórias que ocorrem dentro de certos limites, sem uma causa sistemática que possa ser eliminada — o comportamento é estatístico: a maior parte das variações é muito pequena e variações grandes são extremamente raras;
- b) quando o processo apresentar um desvio sistemático ou uma variação fora dos seus limites de comportamento, existirá uma ou mais causas para essa ocorrência. Tais causas, denominadas causas especiais, poderão ser identificadas e eliminadas.

Para a construção de um gráfico de controle tem-se que determinar qual característica ou variável será medida, realizar sucessivas medições, estabelecendo o tamanho da amostra, calcular a amplitude e a média da amostra, lançando no gráfico de controle e determinar os limites de controle superior e inferior.

Peinado e Alexandre R. (2007, p.545) citam um exemplo interessante da aplicação da ferramenta:

Exemplo: considere que um pacote de biscoito de Maisena deva pesar entre 198 e 202 gramas, com alguma tolerância para valores ligeiramente fora desta faixa. Porém, nenhum pacote deve ter peso superior a 204 gramas e nem inferior a 196 gramas. Durante todo o dia são pesados alguns pacotes de hora em hora. Os pesos obtidos são apresentados em um gráfico de controle, conforme mostra a Figura 12 abaixo.

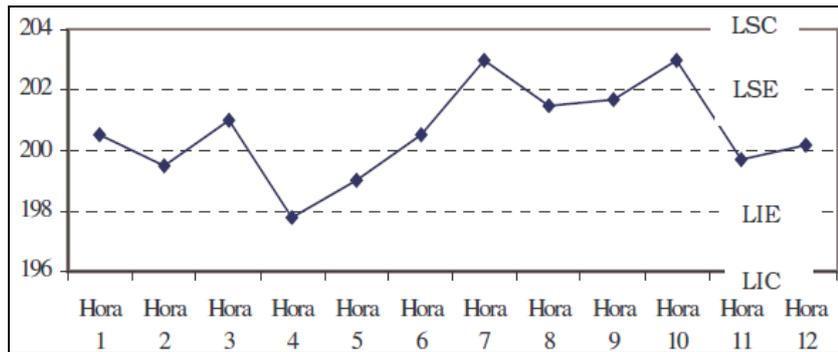


Figura 10: Gráfico de Controle

Fonte: Koyano, Maurício, 2009, p.60.

DADOS:

LSC = Limite superior de controle = 204 gramas.

LSE = Limite superior da especificação = 202 gramas.

Média = 200 gramas

LIE = Limite inferior da especificação = 198 gramas.

LIC = Limite inferior de controle = 196 gramas.

O gráfico de controle estatístico é utilizado para observar se o processo encontra-se consoante as limitações estabelecidas e sob controle. No exemplo acima, verifica-se que os pacotes foram pesados doze vezes e que o peso de três amostras, que corresponde a 25% do total de situações avaliadas, não estavam dentro das especificações. Diante do exposto conclui-se que mesmo o processo estando sob controle não significa que ele esteja dentro das especificações do produto (PEINADO, GRAEML, 2007, p.545).

2.3.8 *Brainstorming*

A utilização do *Brainstorming* ocorre com a finalidade de assistir um grupo na formação de idéias em maior número possível em um menor tempo, por meio da livre expressão dos participantes. O *brainstorming* é uma técnica que pode ser conhecida como ‘tempestade de idéias’ (PEINADO E ALEXANDRE R., 2007, p.549).

A realização do *Brainstorming* se inicia com a reunião de um grupo de pessoas relacionadas com algum problema, com o objetivo de se coletar o maior número de idéias sem interferência, deixando-se esgotarem todas as possibilidades. Junto com o grupo estarão um facilitador (que coordena a reunião) e um relator (que anota as idéias da forma como foram expressas). Após o esgotamento das idéias selecionam-se as que apresentam coerência e contribuem para compreensão e escolha de outras ferramentas para solucionar o problema.

Mata-Lima (2007, p.4) enumera a execução desse processo em três etapas:

Etapa 1: define-se com clareza o objetivo que se pretende atingir. Os elementos participantes intervêm um de cada vez, segundo a seqüência definida, apresentado uma idéia. Nesta etapa não se discutem as idéias, devendo ser todas apontadas num local visível a todos. A etapa 1 termina quando se esgotam as idéias;

Etapa 2: os elementos da equipe revêm a lista de idéias esclarecendo e debatendo todas as idéias;

Etapa 3: os elementos da equipe percorrem a lista completa eliminando duplicações ou combinando elementos. Pode-se efetuar uma votação para apurar (e.g. através do diagrama de Pareto) as idéias chaves.

A tempestade de idéias pode ser dirigida de duas maneiras distintas, são elas:

- Estruturada, realizada por meio de rodadas onde, alternadamente, os integrantes do grupo sugerem uma idéia ou abstém-se, aguardando a vez subsequente para novamente se pronunciar;
- Não-estruturada, inexistente ordem na colocação de idéias, cada um no momento que deseja expõe seu pensamento.

As duas formas de realização do *Brainstorming* acarretam vantagens e desvantagens, como por exemplo, a preponderância dos integrantes mais expansivos, deixando de lado a opinião dos mais tímidos, na forma não-estruturada, enquanto que a forma estruturada obriga que todos participem, tendo como vantagem o maior número de idéias possíveis acerca do assunto, bem como visões diversas.

2.3.9 Estratificação

Estratificar significa sedimentar, dividir em pedaços menores. “A estratificação é uma ferramenta da qualidade que consiste na separação dos dados levantados em grupos distintos, como por exemplo: estratificação por local, estratificação por data, estratificação por turno, estratificação por tipo e assim por diante” (PEINADO; ALEXANDRE R., 2007, p.545).

Mariani, Pizzinato e Farah (2005, p.5) conceituam estratificação como:

[...] uma técnica utilizada para subdividir o problema em estudo em partes menores, facilitando sua investigação e análise para posterior busca de solução, não havendo um único modelo padrão (cada caso é um caso). O objetivo é esmiuçar ou quebrar em partes o problema segundo suas origens.

A estratificação ajuda na enumeração mais clara de um problema, posto que seu uso proporciona a investigação do problema sob diversos aspectos, permitindo uma melhor observação e compreensão do mesmo. Identifica-se por meio desta ferramenta, com mais facilidade, os aspectos mais graves do problema estudado (BONIFÁCIO, 2006 apud THOZO, 2008, p. 27).

Sua utilização se dá com o fim de estudar os dados e identificar as possibilidades de aperfeiçoamento, objetivando auxiliar na clareza dos dados complexos.

Por meio da sedimentação ou divisão, é possível desmembrar uma situação observada, em tantas partes quanto possíveis, a fim de encontrar o foco principal de determinada ocorrência.

Os pontos ou aspectos componentes de uma estratificação podem ser, por exemplo: tempo; equipamento; método; material; departamento ou local dentre outros.

Lins (1993, p. 155) dispõe que:

A estratificação pode exigir o uso de outras ferramentas analíticas, como, por exemplo, o diagrama de causa e efeito ou de ferramentas para coleta de dados tais como a carta de controle e a folha de verificação.

A estratificação pode ser utilizada como apoio ou para o aprimoramento dos resultados de outras ferramentas da qualidade, como, por exemplo, a confecção do Gráfico de Pareto.

3. APLICAÇÃO PRÁTICA

Para aplicação dessas ferramentas, tomou-se como referência empresa transportadora de produtos perigosos – gasolina, etanol, óleo diesel - aqui denominada simplesmente Transportadora, prestadora desses serviços a empresas multinacionais produtoras e distribuidoras de combustíveis derivados de petróleo, atuando nas regiões Norte e Nordeste.

3.1. Levantamento e criticidade dos tipos de violações dos motoristas de transporte de produtos perigosos

A palavra violação é comumente utilizada na gestão do trabalho de motoristas das transportadoras de produtos perigosos para caracterizar a transgressão de uma regra, ou lei, por parte do motorista, ou seja, assinalar uma quebra de regra que, dependendo do caso, poderá causar um evento indesejável dentro da operação.

Existem vários tipos de violações que são monitoradas, controladas e gerenciadas pelas transportadoras a fim de evitar e reduzir o número de acidentes, contaminações e derrames de produtos perigosos. Para um melhor entendimento, procede-se a divisão dessas violações em três grupos: violações de direção, violações de limites operacionais, e violações relacionadas à conduta do motorista.

As violações de direção subdividem-se em cinco tipos:

- 1) Excesso de velocidade em pista seca: caracterizada pela velocidade maior que 80km/h;
- 2) Excesso de velocidade em pista molhada: caracterizada pela velocidade maior que 60km/h;
- 3) Excesso de velocidade compatível: caracteriza-se pela velocidade maior que a permitida na via da qual o motorista encontra-se trafegando, e das condições da mesma naquele momento. Esse tipo de violação não é monitorado pelo computador de bordo do caminhão-tanque e sim por fiscais de rotas contratados pela transportadora

pela realizar inspeções ocultas nas operações de carregamento, descarga e direção dos motoristas das transportadoras, a fim de identificar possíveis problemas nos procedimentos das operações;

- 4) Banguela: é caracterizada quando o veículo se encontra com baixa rotação em grande espaço de tempo;
- 5) Frenagem brusca: caracterizam-se quando ocorre uma redução brusca da velocidade em um curto espaço de tempo.

Exceto a violação de velocidade incompatível, todas as outras quatro violações são evidenciadas e monitoradas pelo computador de bordo do veículo que o motorista está operando. Antes de iniciar seu trabalho naquele carro, o motorista registra-se como a pessoa que está conduzindo aquele veículo, ao passar seu cartão de identificação em drive existente.

O segundo grupo, chamado de “Violações de Limite Operacional”, está diretamente ligado às ameaças de fadiga e sono a que todos os motoristas estão expostos. A maioria dos acidentes que têm como causa básica a fadiga do motorista tem grandes proporções e graves conseqüências.

Para evitar que os motoristas dos veículos transportadores dos combustíveis trabalhem cansados, com sono, fatigados, a empresa definiu os limites de horas trabalhadas e em condução de veículos, horas mínimas para descanso, diariamente e semanalmente, expostos no Quadro 4.

O não cumprimento desses valores ocasionará violação de limite operacional. Esse tipo de violação também é monitorado pelo computador de bordo do veículo, e relatórios diários preenchidos pelos motoristas com informações de fluxo de veículo.

Tipo	Horas
Horas máximas de condução diárias	09:00
Jornada de Trabalho Diária	08:00
Horas máximas totais de trabalho diárias	12:00
Horas máximas de direção contínua para parada mínima de 15min.	03:30
Mínimo período de descanso entre jornadas diárias	11:00
Horas máximas de condução por semana	54:00
Horas máximas totais de trabalho semanais	72:00
Mínimo período de descanso depois de 6 jornadas de trabalho	36:30
Mínimo período de descanso em trocas de turno	36:30

Quadro 4: Violações de Limites Operacionais.

Fonte: Elaboração própria.

O terceiro grupo é de violações relacionadas à conduta do motorista. Exemplos:

- a) motoristas reprovados nos exames de álcool e drogas que a transportadora faz frequentemente;
- b) não utilização do cinto de segurança;
- c) uso do fumo durante o trabalho;
- d) uso do celular enquanto dirigindo ou no momento de carregamento e descarga de produto inflamável;
- e) desvios de rota;
- f) má conduta na direção;
- g) inspeção no veículo sem critério;

Consolidando os dados coletados nas folhas de controle de violações, tem-se a representação no quadro 6, que servirá como base na construção do Gráfico de Pareto (Gráfico 1). No ano de 2010, o número total de violações de trânsito ocorridas com os veículos da transportadora atingiu a marca de 519.

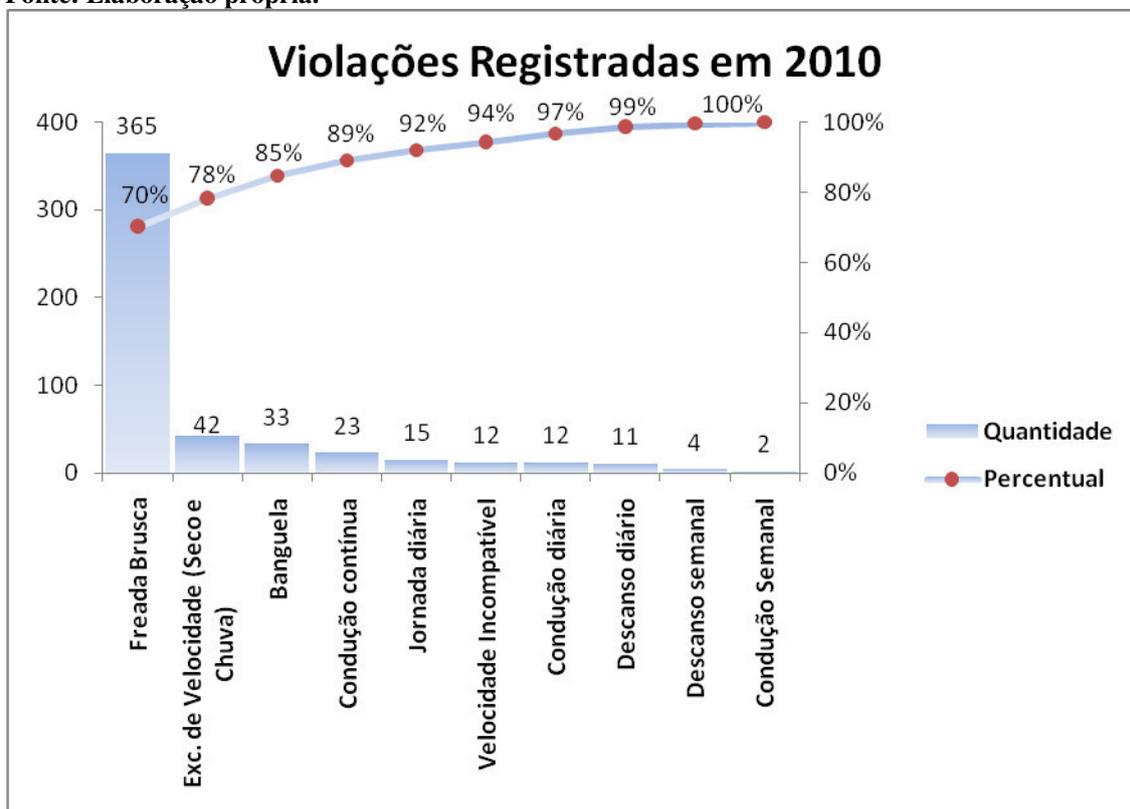
Quadro 6: Consolidação das violações - 2010.

Fonte: Elaboração própria.

Tipos de Violações	Quantidade
Frenagem Brusca	365
Excesso de Velocidade (Seco e Chuva)	42
Banguela	33
Condução contínua	23
Jornada diária	15
Velocidade Incompatível	12
Condução diária	12
Descanso diário	11
Descanso semanal	4
Condução Semanal	2
TOTAL	519

Gráfico 1: Gráfico de violações registrada em 2010.

Fonte: Elaboração própria.



Observa-se por meio do Gráfico de Pareto que 70% do total de violações em 2010 consistem de frenagens bruscas. Busca-se, portanto, na sequência deste trabalho, diminuir a incidência deste tipo de violação para que se possa reduzir o risco de acidentes com os veículos transportadores de produtos perigosos.

3.3. Identificação e aplicação das ferramentas da qualidade adequadas ao estudo

Na identificação das ferramentas a serem aplicadas ao estudo, enumeram-se as seguintes: estratificação, histograma, diagrama de causa-efeito e gráfico de controle.

Utilizando-se os dados coletados através da folha de controle, estratifica-se a violação frenagem brusca por horário, dias de semana e velocidade, conforme se visualiza nos quadros 7, 8 e 9.

Para a análise e interpretação dos dados obtidos com a estratificação, será empregada a ferramenta Histograma e gráficos de série temporal.

Quadro 7: frenagens bruscas por faixa horária.

Fonte: elaboração própria.

Classes	Faixa Horária	Quantidade de Frenagens Bruscas
1	00:00 a 01:59	1
2	02:00 a 03:59	0
3	04:00 a 05:59	15
4	06:00 a 07:59	95
5	08:00 a 09:59	88
6	10:00 a 11:59	43
7	12:00 a 13:59	32
8	14:00 a 15:59	31
9	16:00 a 17:59	22
10	18:00 a 19:59	35
11	20:00 a 21:59	2
12	22:00 a 23:59	1
Total		365

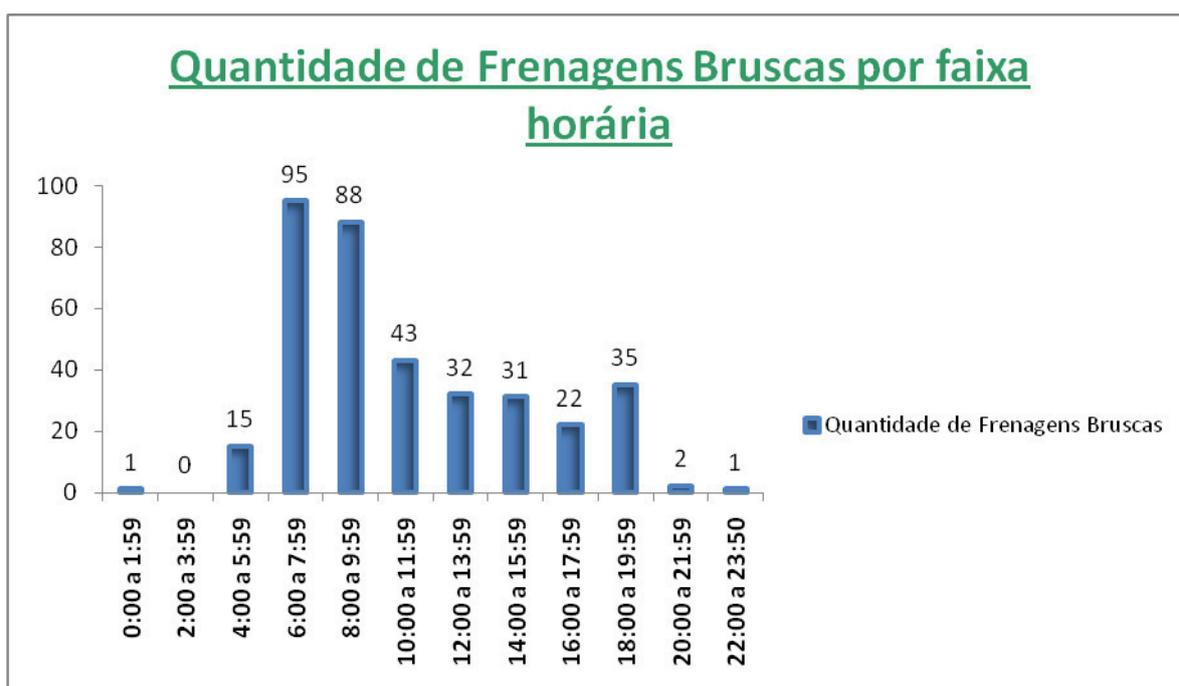


Gráfico 2: Série temporal – Quantidade de frenagens bruscas por faixa horária.
Fonte: Elaboração própria.

Percebe-se que a maior incidência de frenagens bruscas se encontra na faixa horária de 6:00 até 9:59 da manhã. Da mesma, quando estratificado os dados coletados por dias semanais, observa-se um aumento considerado de frenagens bruscas nas sextas-feiras e nos sábados, ou seja, nos dias finais da semana de trabalho, conforme pode-se visualizar no quadro 8 e gráfico 3.

Quadro 8: frenagens bruscas por dias de semana.
Fonte: elaboração própria.

Classes	Dias da Semana	Quantidade de Frenagens Bruscas
1	Segunda-feira	36
2	Terça-feira	33
3	Quarta-feira	30
4	Quinta-feira	43
5	Sexta-feira	95
6	Sábado	109
7	Domingo	19
Total		365

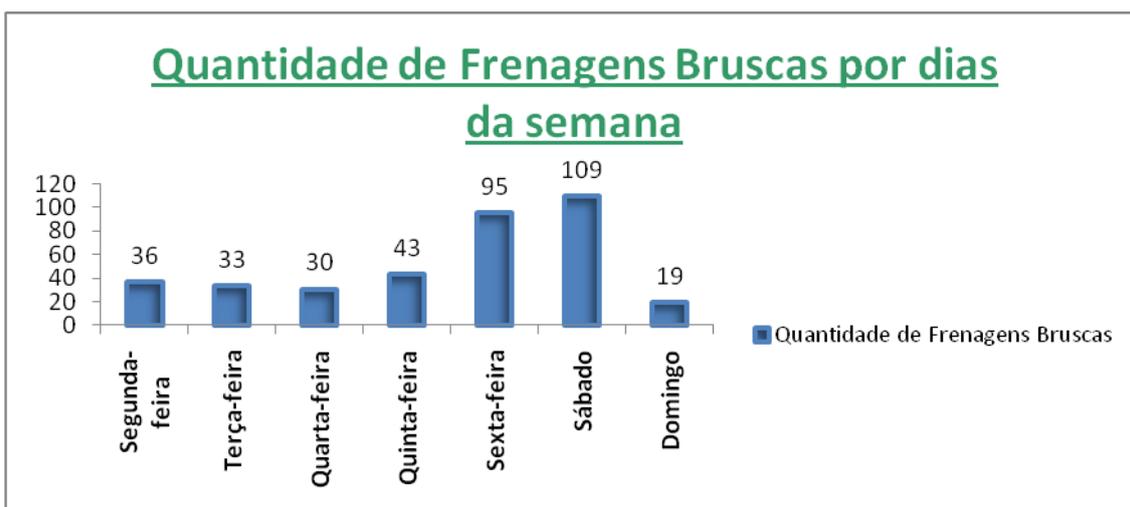


Gráfico 3: Série temporal – Quantidade de frenagens bruscas por dias semanais.
Fonte: elaboração própria.

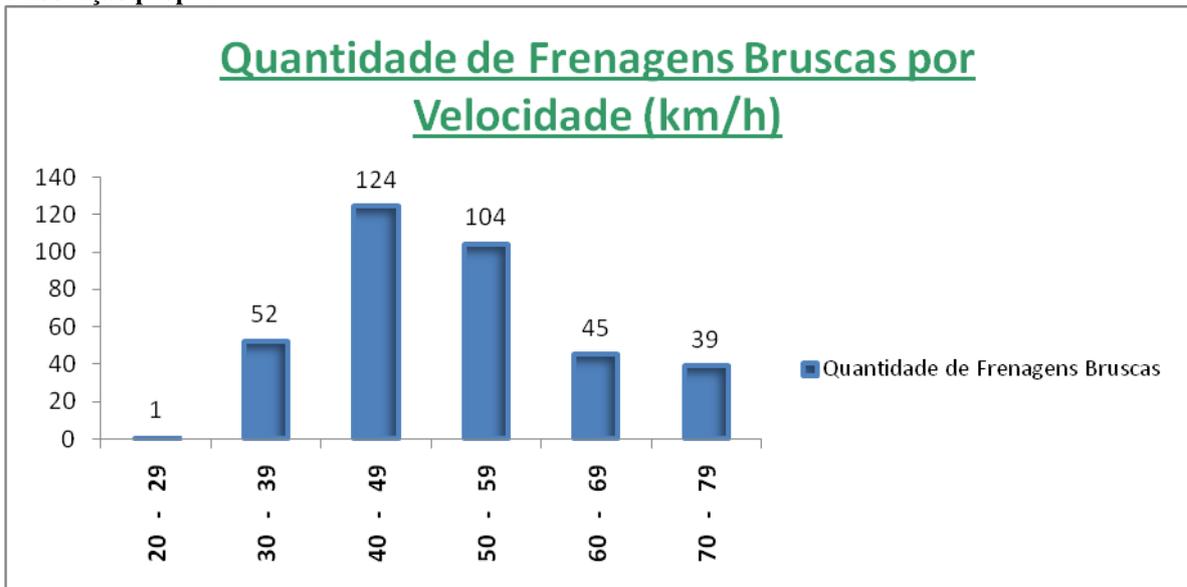
Quando estratificados os dados coletados por velocidade, verifica-se que mais da metade das frenagens bruscas (62%) acontecem na faixa de 40 à 59km/h, como pode ser observado no histograma adiante (Gráfico 4). Isso mostra que grande parte dessas violações estão concentradas em operações de curta distância (dentro da cidade), onde as velocidades são baixas comparadas a operações de longa distância que incluem rodovias estaduais, federais, com limites de velocidade de 80km/h, chegando a 100km/h.

Quadro 9: frenagens bruscas por velocidade.
Fonte: elaboração própria.

Classes	Faixa de Velocidade	Quantidade de Frenagens Bruscas
1	20 - 29 km/h	1
2	30 - 39 km/h	52
3	40 - 49 km/h	124
4	50 - 59 km/h	104
5	60 - 69 km/h	45
6	70 - 79km/h	39
Total		365

Gráfico 4: Histograma – Quantidade de frenagens bruscas por velocidade.
elaboração própria.

Fonte:



Dando sequência ao processo de otimização de gerenciamento de violações dos motoristas quando do transporte rodoviário de produtos perigosos, através de análise detalhada, passa-se à detecção das causas possíveis que levam ao cometimento dessas violações. Portanto, utiliza-se a ferramenta Diagrama de Causa-efeito ou Diagrama de Ishikawa com o auxílio de outra ferramenta, o Brainstorming, na discussão de estruturação de idéias. A partir das idéias depuradas, selecionadas, constrói-se o seguinte diagrama de causa e efeito:

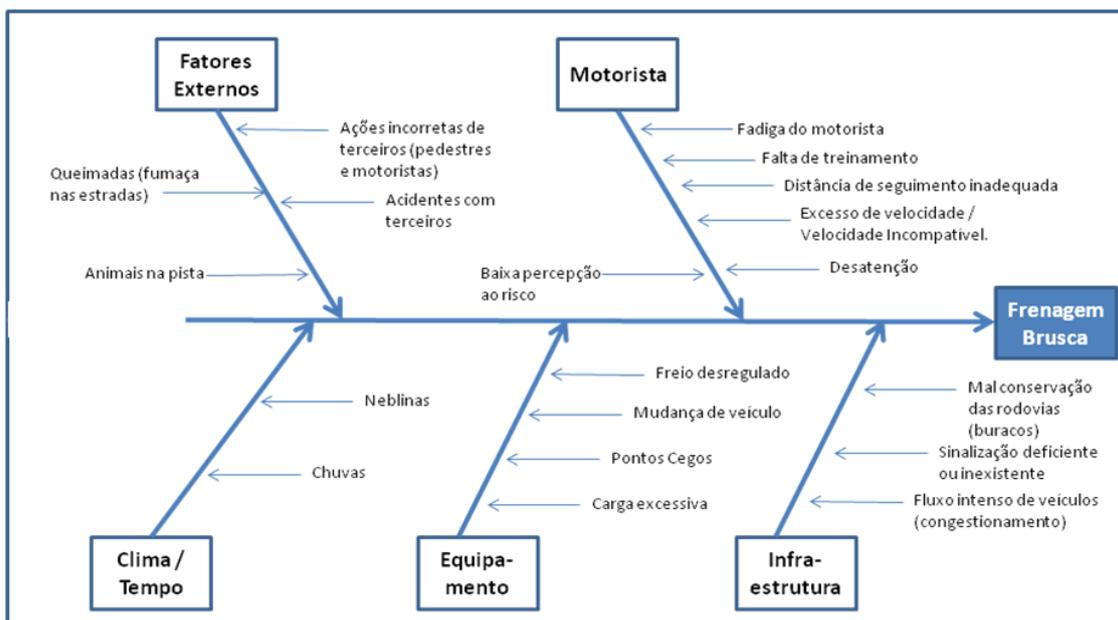


Figura 11: Diagrama de causa-efeito da violação “Frenagem Brusca”.

Fonte: Elaboração própria.

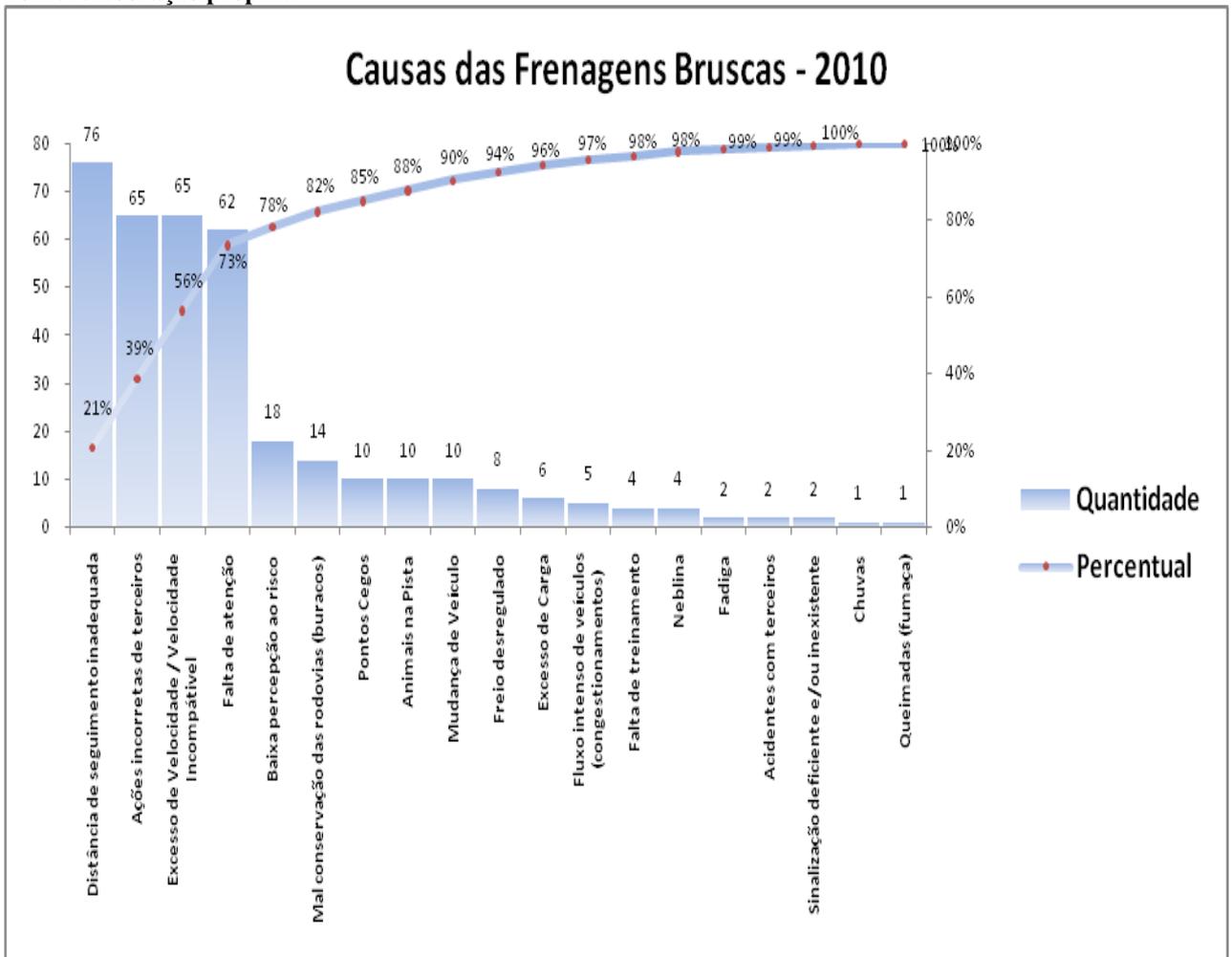
Da análise dos fatores que geraram as 365 frenagens bruscas verificadas no ano de 2010, constantes dos relatórios e registros das ocorrências arquivados na Transpotadora, chega-se à conclusão de que 73% das causas concentram-se em distância de seguimento inadequada, ações incorretas de terceiros, excesso de velocidade ou velocidade incompatível e falta de atenção. O quadro 10 evidencia esses números, os quais serão utilizados na construção do Gráfico de Pareto.

Quadro 10: consolidação de causas de frenagens bruscas.

Fonte: elaboração própria.

Tipos de Causas	Quantidade
Distância de seguimento inadequada	76
Ações incorretas de terceiros	65
Excesso de Velocidade / Velocidade Incompatível	65
Falta de atenção	62
Baixa percepção ao risco	18
Má conservação das rodovias (buracos)	14
Pontos Cegos	10
Animais na Pista	10
Mudança de Veículo (o motorista não está habituado com o novo veículo)	10
Freio desregulado	8
Excesso de Carga	6
Fluxo intenso de veículos (congestionamentos)	5
Falta de treinamento	4
Neblina	4
Fadiga	2
Acidentes com terceiros	2
Sinalização deficiente e/ou inexistente	2
Chuvas	1
Queimadas (fumaça)	1
TOTAL	365

Gráfico 5: causas de frenagens bruscas.
Fonte: elaboração própria.



As quatro causas principais geradoras de frenagens bruscas merecem uma atenção especial, pois respondem por 73% destas ocorrências. Deduz-se, portanto, que um tratamento dispensado à eliminação destas causas, reduzirá substancialmente o risco de acidentes com os veículos transportadores, uma vez que os acidentes de trânsito são, em sua maioria, antecedidos por frenagens bruscas.

3.4. Ações propostas

Verifica-se a partir da análise da estratificação que existe maior incidência de frenagens bruscas nos dias de semana sextas-feiras e sábados, bem como na faixa horária de 6:00 às 9:59 e que a maior incidência ocorre nas operações realizadas no perímetro urbano, ou seja, em trajetos de curta distância, onde o motorista está constantemente lidando com um tráfego intenso, uma vez a transportadora atua apenas na região metropolitana de Fortaleza.

As seguintes ações podem, desde já, serem tomadas pela transportadora:

- a) Conscientização dos motoristas com relação aos dias e horários de maiores incidências, fazendo com que entendam que a ansiedade pelo término do trabalho semanal aliada à fadiga, por sua vez geradora de desatenção, e ao tráfego intenso dos horários de pico, são determinantes potenciais de acidentes, requerendo portanto cuidado redobrado;
- b) Reformular a programação de entrega de combustível dos veículos que operam na cidade, de modo que a maior parte deles esteja em processo de descarga ou carregamento na faixa horária de 6:00 às 9:59, fazendo com que assim evitem estar em trânsito nos horários de maior incidência de frenagens bruscas;
- c) Criação de programa interno com premiação promocional e remuneratória aos motoristas que atingirem os objetivos e alvos definidos pela transportadora visando motivá-los a reduzir ao máximo o número de violações de trânsito. Ressalta-se que esta prática já é adotado com sucesso por algumas transportadoras de produtos perigosos.

O diagrama de causa-efeito mostra que as possíveis causas de frenagens bruscas podem ser contornadas, ou evitadas com a simples adoção de medidas redutoras de velocidade e de observância da distância mínima de seguimento entre veículos, por parte dos motoristas. Já a transportadora poderá agir de maneira proativa realizando um trabalho de conscientização com os motoristas, promovendo palestras com o fim de reeducá-los e utilizar motoristas monitores para acompanhar e ensinar na prática a forma adequada de direção defensiva e de observância da distância de seguimento.

De forma corretiva, a transportadora poderá, por meio de um sistema de computadores de bordo, mapear locais e pontos críticos, que por meio de transmissão via satélite ou celular, estabelecerá limites para a velocidade exercida nesses locais. Caso o motorista descumpra esses limites, receberá punição conforme plano de ação disciplinar da transportadora e sofrerá reduções parciais em seu bônus promocional.

Ações incorretas de terceiros, não há como evitá-las, pois não dependem de medidas preventivas que a transportadora possa tomar. Pode-se, entretanto, melhorar a percepção de risco dos motoristas, apresentando em reuniões sobre segurança diversos cenários que ofereçam riscos e apontem ações inadequadas de terceiros, fazendo-os refletir e analisar os riscos proporcionados pelas situações e locais visualizados.

4. CONCLUSÃO

O risco de ocorrências de acidentes no transporte rodoviário aumenta, obviamente, com o crescimento do número de violações de segurança cometidas por motoristas. Tomando-se como referência transportadora de produtos perigosos, a partir dos registros desses incidentes e, mediante uso de ferramentas da qualidade, pôde-se determinar e analisar as causas geradoras dessas violações.

Entre as causas principais levantadas prepondera o tipo de violação de segurança frenagem brusca. Sabendo-se que parte dos acidentes de trânsito são precedidas de frenagens bruscas, o trabalho foi direcionado para determinação de suas causas visando reduzir a sua incidência.

Chegou-se, portanto, à proposição de um conjunto de ações proativas e corretivas para reduzir o número de frenagens bruscas e, conseqüentemente, o risco de ocorrências de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos.

A mesma metodologia desenvolvida neste trabalho pode ser aplicada a estudos que visem reduzir o risco de ocorrências de acidentes quando do transporte rodoviário de outros produtos considerados perigosos.

4.1 Proposta para trabalhos futuros

Verificar e analisar a eficácia das medidas propostas para reduzir o número de violações frenagens bruscas, e conseqüentemente, o quanto contribuiu para diminuição do número de acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos perigosos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Eduardo Fernandes. **Gerência da Qualidade Total na Educação: 7 Ferramentas do Controle de Qualidade**. Fundação Christiano Ottoni. UFMG, Belo Horizonte. Disponível em: < http://www.ufsm.br/ceq/arquivos/fonte_www.lgti.ufsc.br.pdf>. Acesso em: 10 out. 2009.

BRASSARD, Michael. **Qualidade: ferramentas para uma melhoria contínua: *the memory jogger***. 10. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1994.

CALDEIRA FILHO, Odilon. **Uso de ferramentas da qualidade na melhoria dos processos de fabricação de tubos PVC extrudados**. São Paulo, UNESP, 2004. 97 p. Dissertação (mestrado). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2004.

CORPAS, Flávio. **Atividades rodoviárias: produtos perigosos**. Disponível em: <<http://www.atividadesrodoviarias.pro.br>>. Acesso em: 08 nov. 2009.

DE MARTINI JR., Luiz Carlos Use armas na defesa do meio ambiente. **Banas Qualidade**, São Paulo, p. 78-81, mar.1999. Disponível em: < http://www.banasqualidade.com.br/revista_ant.asp?ano=1999>. Acesso em: 23 out. 2009.

KOYANO, Maurício. **Ferramentas da Qualidade**. 2008 – MÓBILE CHÃO DE FÁBRICA, 2008. Porto Alegre – RS. Alternativa Editorial Ltda.

LEONEL, Paulo Henrique. **Aplicação Prática da Técnica do PDCA e das Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais para Melhoria e Manutenção de Resultados**. Juiz de Fora, UFJF, 2008. 76 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008. Disponível em: < Disponível em: <[http://www. Idbe.org.br/](http://www.Idbe.org.br/)>. Acesso em: 23 out. 2009.>. Acesso em: 23 out. 2009.

LIEGGIO, Marne Júnior. **Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos**: proposta de metodologia para escolha de empresas de transporte com enfoque em gerenciamento de riscos. Brasília-DF, UNB, 2008. 192p. Dissertação (Mestrado em Transportes). Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2008.

LINS, Bernardo F. E. Ferramentas Básicas da Qualidade. **Ciência da Informação**, Brasília-DF, v. 22, n. 2, jul. 1993.

MACÊDO Rose de, MACÊDO Sayonara, SANTOS Esmeraldo dos, MELO Marcus Antônio. **O uso das ferramentas da qualidade no gerenciamento do lixo hospitalar**. In: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001. Salvador. Anais do XXI Enegep. Natal: UFRN, 2001.

Manual de Transportes Shell: gerenciamento de riscos e efeitos. Rio de Janeiro, 2010.

MARIANI, Celso Antonio. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de Processos industriais: um estudo de caso. **RAI – Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110-126, jul. 2005. Disponível em: < <http://www.revista-rai.inf.br/ojs-2.1.1/index.php/rai/article/view/75/73>>. Acesso em: 23 out. 2009.

MATA-LIMA, H. (2007). **Aplicação de Ferramentas da Gestão da Qualidade e Ambiente na Resolução de Problemas**. Aportamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactes Ambientais. Universidade da Madeira (Portugal). Disponível em: <<http://dme.uma.pt/hlima>>. Acesso em: 23 out. 2009.

MAXIMIANO, Antonio César Amaru. **Introdução à administração**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Portaria nº 204, de 20 de maio de 1997. Aprova as Anexas Instruções Complementares ao Regulamento dos Transportes Rodoviário e Ferroviário de Produtos Perigosos. (Substituído pela Resolução ANTT no. 420 de 12/02/2004).

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução nº 420, de 12 de Fevereiro de 2004. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Decreto nº 96.044, de 18 de Maio de 1988. Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências.

MIZUNO, S. **Gerencia para melhoria da qualidade; as sete novas ferramentas de controle da qualidade.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1993.

MOURA, Eduardo C. **As Sete ferramentas gerenciais da qualidade:** implementando a melhoria continua com maior eficácia. São Paulo: Makron Books, 1994.

MOURA, Luciano Raizer. **Qualidade simplesmente total:** uma abordagem simples e prática da gestão da qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

NARDOCCI, Adelaide Cassia; LEAL, Omar Lima. **Informações sobre acidentes com transporte rodoviário de produtos perigosos no Estado de São Paulo: os desafios para a Vigilância em Saúde Ambiental.** Saúde soc., São Paulo: v. 15, n. 2, p. 113-121, Ago. 2006.

PALMIERI Maria perpetuo, SILVA Washington Luís, SANTOS Zirlene, SOUZA Rodrigo Cesár. **Fmea como ferramenta da qualidade: o caso do Departamento de Embalagens de uma indústria do setor Farmacêutico.** In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008. Rio de Janeiro. Anais do XXVIII Enegep. Ouro Preto: UFOP, 2008.

PEINADO, Jurandir, GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: Operações industriais e de serviços.** Curitiba: Unicenp, 2007.

SANTOS Sérgio R., MACIEL Antônio J. da S. **Proposta metodológica utilizando ferramentas de qualidade na avaliação do processo de pulverização.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal: v. 26, n 2, mai/ago. 2006.

SAVARIZ, Manoelito Carlos. **Transporte rodoviário de produtos perigosos.** 1. ed. Porto Alegre:Sagra, 1989.

SLACK Nigel, CHAMBERS Stuart, JOHNSTON Robert. **Administração da Produção.** Tradução de Maria Tereza Corrêia de Oliveira e Fábio Alher. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

THOZO, Almir. **Aplicação das ferramentas da qualidade em uma indústria automotiva:** estudo de caso para redução das falhas elétricas na linha de montagem do air bag do volante. Curitiba, UTFPR, 2008. 70 p. Monografia (Graduação em Tecnologia e Eletrônica Industrial).

Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2008. Disponível em: <<http://www.Idbe.org.br/>>. Acesso em: 23 out. 2009.

VIEIRA, César Gregorio Godoy. **Uma Metodologia para a Melhoria de Processos**. Florianópolis, UFSC, 1995. 173 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 1995. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta/godoy/index/index.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2009.