

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE GESTÃO E NEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO**

MARCOS DARIO

**PRÁTICAS, INDICADORES DA MANUTENÇÃO E CUSTOS NA GESTÃO DE
PNEUS: ESTUDO EM UMA EMPRESA DE TRANSPORTES**

**PIRACICABA
2012**

MARCOS DARIO

PRÁTICAS, INDICADORES DA MANUTENÇÃO E CUSTOS NA GESTÃO DE PNEUS: ESTUDO EM UMA EMPRESA DE TRANSPORTES.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração - Mestrado Profissional, da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Metodista de Piracicaba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração.

Campo de conhecimento:
Marketing, Estratégia, Operações e Logística.

Orientadora:
Prof^a. Dr^a. Eliciane Maria da Silva

**PIRACICABA
2012**

Dario, Marcos

Práticas, indicadores da manutenção e custos na gestão de pneus: estudo em uma empresa de transportes / Marcos Dario – 2012.

151 f.

Orientadora: Eliciane Maria da Silva

Projeto de Dissertação (mestrado) – Faculdade de Gestão e Negócios – Universidade Metodista de Piracicaba.

1. Gestão de Frotas; 2. Gestão de Manutenção e Pneus; 3. Desempenho Operacional. I. Eliciane Maria da Silva. II. Dissertação (mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba. III. Práticas, indicadores da manutenção e custos na gestão de pneus: estudo em uma empresa de transportes

MARCOS DARIO

**PRÁTICAS, INDICADORES DA MANUTENÇÃO E CUSTOS NA GESTÃO DE
PNEUS: ESTUDO EM UMA EMPRESA DE TRANSPORTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração - Mestrado Profissional, da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Metodista de Piracicaba, como Parte dos requisitos para obtenção de Título de Mestre em Administração.

Campo de Conhecimento:
Marketing, Estratégia, Operações e Logística.

Data de aprovação

____/____/____

Banca examinadora:

Prof^a Dr^a Eliciane Maria da Silva (Orientadora)
Universidade Metodista de Piracicaba

Prof. Dr. Mário Sacomano Netto
Universidade Metodista de Piracicaba

Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto
EESC/USP

DEDICATÓRIA

A Deus, em primeiro lugar, e à minha esposa Maria Aparecida, companheira inseparável há 25 anos, que está sempre do meu lado, mesmo nas horas mais difíceis, com sua dedicação, paciência e fé inabaláveis em acreditar em meu esforço e realização profissional.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Eliciane Maria da Silva, a dedicação, o apoio e os ensinamentos, e por acreditar, desde o início, que obteríamos um bom resultado, trabalhando, e pesquisando muito. Este trabalho deve muito às suas sugestões de encaminhamentos teóricos, às nossas reuniões de trabalho, à paciência comigo e às suas revisões de texto e comentários. Ressalto a minha admiração por seu profundo conhecimento acadêmico.

Aos Docentes do mestrado, de modo especial aos Professores Mário Sacomano Neto, Silvio Pires, Arsênio Firmino de Novaes Netto, Lesley Carina do Lago A. Galli.

Ao Coordenador do Curso, Prof. Antonio Carlos Giuliani, por suas participações nos ensinamentos das matérias, o encaminhamento para a realização deste trabalho, além da consistente condução do mestrado para uma melhor qualidade de ensino, e assim obter de um melhor nível de avaliação do curso junto a CAPES.

Gostaria, também, de agradecer aos membros da banca, por participarem e opinarem sobre este trabalho, dando suas importantes contribuições.

Aos meus colegas de curso, a amizade, o companheirismo e a colaboração nos trabalhos apresentados em aula.

À Transportadora Rodomeu Ltda, especialmente à diretoria, que me liberou para as aulas vespertinas e sempre me apoiou e incentivou em direção à realização profissional, e acreditou no meu esforço para buscar novos conhecimentos, baseados na teoria, e trazê-los para a prática na empresa.

Aos meus filhos Rodrigo e Rogério, o incentivo para a realização deste trabalho.

Finalmente, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

*“O conhecimento nos torna cultos, a
humildade sábios.”*

Oswaldo Elias Farah

RESUMO

Com a nivelção dos valores pagos pelos preços dos fretes e a conseqüente diminuição das receitas de transportes como também pela falta de um investimento maior e um planejamento melhor, os pneus passaram a representar um investimento muito valioso. O desempenho destes sofre influência de grande número de parâmetros para controle e manutenção. Com relação à manutenção, pouco se tem estudado sobre o conceito da gestão de pneus e desempenho. O objetivo geral deste trabalho foi identificar as práticas e indicadores de desempenho da área de manutenção na gestão de pneus e também, analisar a influencia dos custos aplicados aos pneus sobre o custo total de manutenção. A natureza da pesquisa é exploratória, caracterizando-se como um estudo de caso em uma transportadora. A coleta de dados ocorreu por meio de análise documental e observação direta. A análise de dados envolveu duas fases: qualitativa e quantitativa. Na fase qualitativa utilizou a análise de conteúdo e na fase quantitativa foi empregada à análise de correlação e regressão. Foi revelado que a falta do comprometimento dos envolvidos nas áreas operacionais (tráfego, pátio, motoristas, colaboradores, encarregados e filiais) quanto aos seus processos, influenciam na área de manutenção na gestão de pneus. Também, foi revelado que dentre os indicadores de desempenho da manutenção na gestão de pneus, os custos aplicados aos pneus possuem maior correlação com o custo total da manutenção. O teste Anova indicou que o primeiro influencia em 54% das variações no custo total da manutenção. Foram esclarecidos os conceitos sobre técnicas de manutenção específicas da gestão de pneus, além de identificar os indicadores de desempenho na área de gestão de pneus. Acredita-se que o presente trabalho contribuiu para um aperfeiçoamento dos conhecimentos nessa área, proporcionando maior entendimento para a empresa pesquisada no que diz respeito à manutenção e gestão de pneus, revelando como os custos dos pneus são representativos para desempenho da manutenção. Por fim, foram feitas sugestões para futuros trabalhos e expostas as limitações desta pesquisa.

Palavras-Chave: Gestão de frotas, manutenção, gestão de pneus, desempenho, custos aplicados aos pneus, custo total da manutenção.

ABSTRACT

With the leveling of the amounts paid by the freight rates and the consequent decrease in revenues from transport as well as the lack of greater investment and better planning, the tires came to represent a very valuable investment. The performance of these suffers influence of large number of parameters for control and maintenance. With regard to maintenance, little has been studied about the concept of management and performance tires. The aim of this study is to identify the practices and performance indicators for the maintenance area in the management of tires and also analyze the influence of the costs applied to the tires on the total cost of maintenance. The nature of the research is exploratory, characterized as a case study in a carrier. The data was collected through direct observation and document analysis. Data analysis involved two phases: qualitative and quantitative. In phase used qualitative content analysis and quantitative phase analysis was used for correlation and regression. It was revealed that the lack of commitment of those involved in operational areas (traffic, yard, drivers, employees, officers and subsidiaries) and its processes, influence the maintenance area on the tire management. Also, it was revealed that among the indicators of maintenance performance in tire management, the costs applied to the tires have a higher correlation with the total cost of maintenance. The test Anova indicated that the first influences on 54% of the variations in the total cost of maintenance. We clarified the concepts of maintenance techniques specific tire management, and identify performance indicators in the area of tire management. It is believed that this work contributed to an improvement of knowledge in this area, providing greater understanding for the company researched with regard to maintenance and tire management, showing how the costs are representative for tire maintenance performance. Finally, suggestions are made for future work and exposed the limitations of this research.

Keywords: fleet management, maintenance, tire management, performance, costs applied to the tires, total cost of maintenance.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 1: | Esboço da logística, transporte e gestão de frotas dentro da SCM..... | 18 |
| Figura 2: | Utilização da informação de sistemas de rastreamento de veículos | 27 |
| Figura 3: | Gestão de manutenção dentro da gestão de frotas | 39 |
| Figura 4: | Pilares de sustentação da TPM | 46 |
| Figura 5: | Diferentes tipos de desgastes dos pneus | 65 |
| Figura 7: | Alinhamento incorreto dos eixos do veículo de reboque | 66 |
| Figura 8: | Alinhamento dos eixos de forma correta do veículo e do reboque | 66 |
| Figura 9: | Desequilíbrio estático e dinâmico | 67 |
| Figura 10: | Diferentes tipos de pressão por inflação | 69 |
| Figura 11: | Tipos de desenho da banda padronizados nas frotas, direcional e de tração | 69 |
| Figura 12: | Desemparelhamento incorreto dos pneus. (Medição do sulco do pneu fora 13mm, e o sulco do pneu dentro 8 mm)..... | 70 |
| Figura 13: | Quebra por impacto | 71 |
| Figura 14: | Perfuração e penetração por objeto cortante | 72 |
| Figura 15: | Separação de cintas | 72 |
| Figura 16: | O processo de gestão de desempenho e a posição do sistema de medição do desempenho..... | 80 |
| Figura 17: | Estrutura para o projeto de um sistema de medição de desempenho..... | 81 |
| Figura 18: | O <i>Balanced Scorecard (BSC)</i> | 83 |
| Figura 19: | Exemplo de uma cadeia das relações de causa e efeito no BSC | 84 |
| Figura 20: | Foto aérea da empresa (matriz) e o setor de manutenção/pneus (direita da foto no alto) e triagem e abastecimento (ao centro), administração (esquerda no alto da foto)..... | 97 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 - Controle da Interação dos módulos e características da gestão de frotas Contínua | 31 |
| Quadro 2 - Histórico da evolução da manutenção | 35 |
| Quadro 3 - Definição de manutenção segundo os autores pesquisados | 37 |
| Quadro 4 - Definições de tipos de manutenção | 39 |
| Quadro 5 - Evolução dos conceitos de TPM | 41 |
| Quadro 6 - Definições e citações sobre TPM, por vários autores | 44 |
| Quadro 7 - O perfil dos empregados através de treinamento e capacitação..... | 47 |
| Quadro 8 - Cinco metas do sistema de manutenção: eficácia, auto-reparo, planejamento, treinamento e ciclo de vida..... | 48 |
| Quadro 9 - Etapas e fases de implantação da TPM | 52 |
| Quadro 10 - Definição das atividades do programa 8S (Japonês, Inglês, Português) | 54 |
| Quadro 11 - Etapas de implantação do 8S nas organizações | 55 |
| Quadro 12 - As dez melhores práticas na manutenção | 57 |
| Quadro 13 - Pontos fortes da manutenção e pneus para o seu desempenho | 60 |
| Quadro 14 - Pontos fortes para melhorar a manutenção do veículo para o desempenho em pneus | 61 |
| Quadro 15 - Evolução das PMS | 78 |
| Quadro 16 - Fatores importantes do ambiente segundo autores pesquisados, adaptado de Esposto (Medidas de desempenho de operações | 79 |
| Quadro 17 - Medidas de desempenho de operações | 87 |
| Quadro 18 - Relação de variações de índices de controle | 88 |
| Quadro 19 - Indicadores de desempenho na manutenção de classe mundial | 89 |
| Quadro 20 - Práticas e indicadores de desempenho da manutenção na gestão de pneus.105 | |
| Quadro 21 - Regras práticas sobre o valor do coeficiente de correlação..... | 107 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 - Utilização da TPM e do 5S entre as empresas respondentes, realizadas para promover a qualidade e a competitividade (resultados em %) | 53 |
| Tabela 2 - Principais falhas apresentadas nas empresas estudadas..... | 71 |
| Tabela 3 - Análise de correlação de Pearson entre os indicadores de desempenho da área de Manutenção na gestão de pneus..... | 108 |
| Tabela 4 - Resumo do modelo para a regressão simples | 116 |
| Tabela 5 - Teste Anova para a Regressão Simples | 117 |
| Tabela 6 - Coeficiente para regressão simples | 120 |
| Tabela 7 - Correlação parcial controlada pela variável “custos aplicados aos pneus” | 118 |
| Tabela 8 - Correlação parcial controlada pelas variáveis “custos aplicados aos pneus” e “número de veículos calibrados” | 119 |
| Tabela 9 - Resumo dos modelos de regressão a,b e c | 120 |
| Tabela 10 - Teste Anova para os modelos de regressão a, b e c | 120 |
| Tabela 11 - Coeficientes para os modelos de regressão a, b e c..... | 121 |
| Tabela 12 - Total do prejuízo Projetado..... | 127 |
| Tabela 13 - Perdas mensais dos meses de Setembro e Outubro de 2010..... | 128 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ALAPA** – Associação Latino Americana de Pneus e Aros
- ANTT** - Agência Nacional de Transporte Terrestre
- ABRAMAN** - Associação Brasileira de Manutenção
- BSC** - *Balanced Scorecard*
- CONTRAN** - Conselho Nacional de Trânsito
- CCQ** – *Cross Crew Qualification*
- Cota G** - Largura do Pneu
- CLM** – *Council of Logistics Management*
- CNT** – Confederação Nacional dos Transportes
- CPFR** – *Collaborative Planning Forecasting and Replenishment*
- ERP** – *Enterprise Resource Planning*
- EUA** – *Estados Unidos da América*
- FABET** – Fundação Adolfo Bósio de Educação para o Transporte
- FNQ** - Fundação Nacional da Qualidade
- GSCF** – *Global Supply Chain Fórum*
- JIPM** - *Japanese Institute of Plant Maintenance*
- JIT** - *Just-in-Time*
- LCC** - *Life Cycle Cost*
- M** - *Maintenance*
- MCC** - Manutenção Centrada em Confiabilidade
- MD** – Medição de desempenho
- MM** – Melhorias da Manutenção
- MP** - Manutenção Preventiva
- MRP** – *Material Requirements Planning*
- MSP** - Manutenção do Sistema de Produção
- OPT** – *Optimized Production Technology*
- P** - *Productive*
- PM** - Prevenção da Manutenção
- PMS** - *Performance Measurement Systems*

PCM - Planejamento Controle da Manutenção

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PDCA – *Plan- Do- Check- Act*

PSL – Prestador de Serviços logísticos

QS 9000 - Sistema de Qualidade 9000

Q&P - Qualidade e Produtividade

R – Radial

SETCESP - Sindicato das Empresas de Cargas do Estado de São Paulo

SENAI - *Serviço Nacional de Aprendizado Industrial*

SCM - *Supply Chain Management*

SMD – Sistema de medição de Desempenho

T - Total

TOC – *Theory of Constraints*

TI - Tecnologia de Informação

TIC – Tecnologia de informação e comunicação

TPM - *Total Productive Maintenance*

TQC - *Total Quality Control*

ZD – Zero Defeito

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS TEMAS DE PESQUISA: GESTÃO DE FROTAS, GESTÃO DE MANUTENÇÃO E PNEUS E DESEMPENHO | 17 |
| 1.1 Problema de Pesquisa | 19 |
| 1.2 Objetivo Geral e Específico | 22 |
| 1.3 Justificativa e Relevância da Pesquisa | 22 |
| 2 REVISÃO TEÓRICA | 25 |
| 2.1 Gestão de Frotas..... | 25 |
| 2.2 Gestão da Manutenção | 34 |
| 2.2.1 Histórico da manutenção | 34 |
| 2.2.2 Manutenção produtiva total - TPM | 40 |
| 2.2.3 Prática 8S | 53 |
| 2.2.4 Multiespecialização ou Polivalência | 55 |
| 2.2.5 Gerenciamento e Gestão de pneus..... | 57 |
| 2.2.6 As práticas de manutenção de pneus | 58 |
| 3 MEDIÇÃO DE DESEMPENHO | 74 |
| 3.1 Introdução e conceitos | 74 |
| 3.2 Modelos (sistemas) para a medição de desempenho | 76 |
| 3.3 Medidas de desempenho operações..... | 86 |
| 4 METODOLOGIA | 91 |
| 4.1 Método de Coleta de Dados..... | 92 |
| 4.2 Método de Análise de Dados | 93 |
| 5 RESULTADOS DA PESQUISA | 94 |
| 5.1 Apresentação e Aspecto Econômico da Empresa de Estudo | 94 |
| 5.2 Estrutura Física da Empresa de Estudo..... | 95 |
| 5.3 Descrição da Política de Qualidade, Estrutura da Empresa e Práticas do Setor de Manutenção..... | 97 |

| | |
|--|------------|
| 5.4 Descrição dos Indicadores de Desempenho Adotados | 101 |
| 5.5 Análise dos Dados Qualitativos e a Elaboração da Hipótese da Pesquisa para a Análise Quantitativa dos Dados | 104 |
| 5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS..... | 107 |
| 5.6.1 Resultados e Discussões..... | 107 |
| 5.6.2 Análise de Correlações de Pearson | 107 |
| 5.6.3 Análises de Regressão..... | 116 |
| 6 CONCLUSÕES | 130 |
| 6.1 Contribuições Acadêmicas e Gerenciais | 131 |
| 6.2 Limitações da Pesquisa e Sugestões para Futuros Trabalhos..... | 132 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 133 |

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS TEMAS DE PESQUISA: GESTÃO DE FROTAS, GESTÃO DE MANUTENÇÃO/PNEUS E DESEMPENHO

Segundo a *Global Supply Chain Fórum* (GSCF, 1998), um grupo de pesquisa dos Estados Unidos da América (EUA), no intuito de colaborar com a teoria e a prática na *Supply Chain Management* (SCM – Gestão da Cadeia de Suprimentos) definiu que: “SCM é a integração dos processos de negócios desde o usuário final até os fornecedores originais (primários) que providenciam produtos, serviços e informações que adicionam valor para os clientes e stakeholders” (GSCF, 1998 *apud* PIRES, 2010). Dentre os processos de negócios citados por Pires (2004) está o *outsourcing* e dentro da SCM, está inserida a logística, segundo o *Council of Logistics Management* – CLM.

A logística nada mais é do que o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor (NOVAES, 2001) e tem como missão: disponibilizar o produto certo, no local certo, no momento adequado e ao preço justo.

Para Rodrigues (2002) “[...] o conceito de logística pode ser entendido como adquirir, manusear, transportar, distribuir e controlar eficazmente os bens disponíveis”.

Já para Martins (2001), “[...] a logística, na qual o transporte é seu principal componente, é vista como a última etapa para a redução de custos na empresa”.

O transporte de cargas pelo sistema rodoviário está inserido dentro da logística, que exerce uma importante função; a gestão das atividades de transportes e armazenagens, no início, no meio e no final da cadeia de suprimentos, buscando eficiência no sistema de operação e gestão da frota.

Portanto, os temas principais de pesquisa deste estudo, que são a gestão de manutenção e de pneus, estão inseridos em um conceito mais amplo, conforme descrito nos parágrafos anteriores e ilustrados na Figura 1.

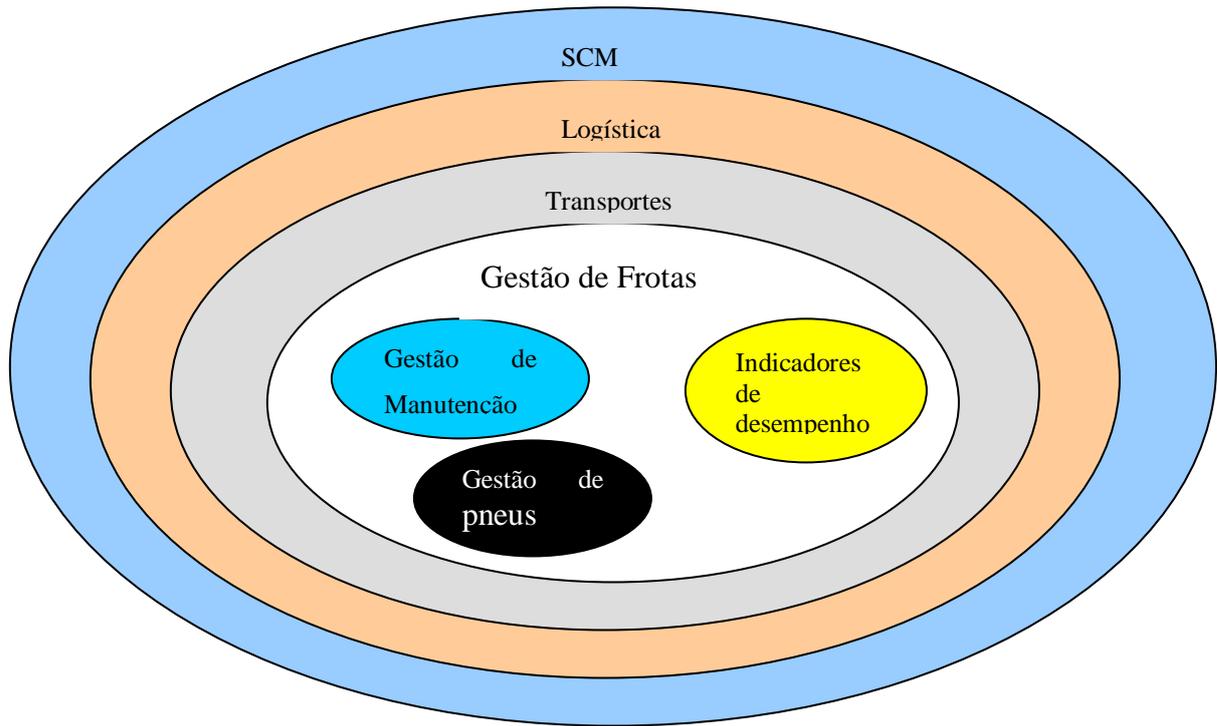


Figura 1: Esboço da logística, transporte e gestão de frotas dentro da SCM.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os custos operacionais de um prestador de serviços logísticos envolvem fatores como manutenção dos veículos, pneus e combustível. A interferência que cada um desses custos apresenta está diretamente relacionada ao modo como o motorista conduz o veículo e às características das operações desse transporte. É por isso que, quanto mais adequadamente o veículo for conduzido e as operações realizadas de forma mais eficaz, menor será o custo operacional. Dentre a soma dos custos nas variáveis do transporte estão: a manutenção, que representa 35%, os pneus que envolvem 23% e o combustível que representa 42% (SETCESP, 2009). Portanto, somando os custos de manutenção e pneus conjuntamente, observa-se um percentual considerável (58%) sobre os custos de transportes.

Segundo Rodrigues (2002), “o mercado atual exige das operações requisitos como competitividade, redução de custo, alta qualidade nos serviços prestados, flexibilidade, pontualidade e disponibilidade”. Por isso, a importância de se medirem os resultados por meio do desempenho operacional. Em novas técnicas de manutenção, medir os resultados pode ser o fator decisivo para as empresas sobreviverem neste mercado globalizado, complexo e extremamente instável, já que

os processos produtivos mais básicos são afetados por desenvolvimento tecnológicos incessantes (PINTO; XAVIER, 2001).

O desempenho mostra a informação sobre os resultados das áreas operacionais oriundos dos processos dos segmentos da empresa que permitem avaliar e comparar com metas, padrões e resultados obtidos na prática (FPNQ, 1995).

Na busca incessante por técnicas que visualizem esses resultados, as empresas estão se deparando com a Manutenção Produtiva Total - *Total Productive Maintenance*, (*TPM*), que se tornou, nos últimos anos, não só uma técnica de manutenção, mas uma filosofia de gerenciamento de perdas, tendo como objetivo sensibilizar as pessoas que atuam direta ou indiretamente nos processos produtivos, e fazer com que se tornem parte das soluções encontradas (NEPOMUCENO, 1989).

Nesse contexto, o presente trabalho propõe-se a elucidar os conceitos de *TPM*, conjuntamente com a gestão dos pneus, além de analisar como ambos se relacionam com os resultados dos indicadores operacionais em uma empresa de transporte.

1.1 Problema de Pesquisa

Os pneus, conjuntamente com a manutenção, representam um investimento muito valioso e por isso devem ter uma boa gestão de frota. Na falta do controle e gerenciamento da frota poderá ocorrer um elevado custo para as empresas como:

- consumo excessivo de peças;
- excesso de mão de obra de oficina;
- maior tempo do veículo parado;
- diminuição da vida útil do motor;
- maior consumo de combustível;
- menor valor de revenda;
- consumo excessivo de pneus;
- maior índice de acidentes;
- gastos maiores com quebras fora da empresa; e
- perda de clientes.

Por outro lado, a manutenção e os pneus sofrem com variáveis internas e externas no dia a dia dentro das empresas. Por exemplo, as variáveis internas podem ser: controle de inspeção (*chek-list*) dos veículos na triagem, elaboração e conclusão da manutenção corretiva feita nos veículos por meio de ordens de serviços inspecionados por triagem, manutenção preventiva realizada por controle de gerenciamento da mecânica, entre outros.

Já as variáveis externas podem ser:

- a) tempo, que representa a disponibilidade, tempo de carga e descarga, e velocidade operacional;
- b) quilometragem percorrida por meio de estrada, que diz respeito à estrada asfaltada, terra, plana, acidentada, curvas e retas; à distância; ao clima; ao consumo de insumos entre outros.

No estudo da manutenção pouco se tem pesquisado sobre o conceito da gestão de pneus conjuntamente com as técnicas de manutenção, bem como a sua relação com o desempenho. Por exemplo, Oliveira (2005), em pesquisa sobre pneus automotivos, faz uma análise crítica dos requisitos de segurança e desempenho, e analisa dois temas centrais: a regulamentação de segurança aplicada atualmente aos pneus e o processo de desenvolvimento dos pneus. Essa análise busca propor regulamentos de segurança atualizados e aplicáveis ao Brasil, e um processo estruturado de desenvolvimento de pneus que proporcione economia de recursos e foco nas características que realmente interessam ao consumidor final. Porém, o estudo não contempla a avaliação de desempenho em frotas.

Com relação à gestão de manutenção de frotas de veículos, Campos e Belhot (1994) discorrem, sob a ótica gerencial, sobre os problemas e os desafios enfrentados pelo setor de manutenção nas empresas que operam frotas de veículos. O contexto da manutenção é caracterizado a partir da discussão de questões ligadas à qualificação da mão-de-obra, ao nível de informatização, à complexidade do processo decisório e à necessidade de conferir qualidade e produtividade ao funcionamento do setor. Novamente o estudo não foca a questão do desempenho em frotas.

Loch (2007), tratando da gestão da manutenção em uma empresa do segmento logístico verificou os equipamentos utilizados e até serviços de terceiros. Este trabalho surgiu da necessidade de conhecer a gestão de manutenção de

veículos pesados, e teve a colaboração de membros de uma empresa logística. Observa-se também que o desempenho em frotas não foi abordado.

Já o estudo de Barros e Lima (2009), sobre a influência da gestão da manutenção nos resultados da organização, por meio do vínculo entre a produção e a manutenção, dentro da cadeia de valor, identificou a influência da produção relacionada às atividades da função manutenção no resultado do negócio, por meio da sua representação pelo *Balanced Scorecard (BSC)*. Foram apresentados alguns indicadores de resultado e críticos, além de vetores de desempenho comuns a diversos tipos de indústria, relacionados às perspectivas do *BSC*, com foco na influência dos processos internos, associados ao sistema de produção, bem como os resultados esperados. No entanto, tal trabalho não avaliou a gestão de pneus.

Já Nascimento, Reginato e Lerner (2008) verificaram a importância do processo de avaliação de desempenho operacional e de gestores e seu impacto sobre o resultado das organizações. Foram analisadas algumas características de gestão consideradas importantes para a operacionalização desse instrumento de controle, tais como estabelecimento de metas e indicadores de desempenho, definições de funções e responsabilidades, divulgação clara de informações, sistema de apoio informal, atribuição de recompensas e aplicações de punições. No entanto, tal pesquisa não avaliou práticas de manutenção e gestão de pneus.

Haviasas (2005) investigou uma metodologia para análise de confiabilidade de pneus radiais em frota de caminhões de longa distância. Foram analisadas sucatas de dez prestadores logísticos, bem como as causas falhas mais críticas, levando a ressaltar a importância das medidas preventivas adequadas e a definir o tempo de remoção antes da falha para obter o menor custo. No entanto, tal estudo abordou um aspecto pontual da manutenção (análise de confiabilidade) em pneus radiais, não tratando de forma completa a gestão de manutenção dentro da gestão de pneus e relacionando-a ao desempenho operacional dos operadores logísticos avaliados.

Portanto, o problema vem das necessidades empresariais e das lacunas teóricas de tais estudos que não trataram estes três temas conjuntamente: manutenção, gestão de pneus e desempenho operacional. Nesse sentido, o presente trabalho busca esclarecer às seguintes questões:

- (Q1) - Quais são as práticas da gestão da manutenção que representam o conceito de manutenção na gestão de pneus?
- (Q2) - Quais são os indicadores de desempenho operacionais dentro da manutenção na gestão de pneus?
- (Q3) - Quais medidas da área de manutenção na gestão de pneus estão associadas significativamente aos desempenhos de custos pneus?
- (Q4) – Quanto os custos aplicados aos pneus representou na empresa de estudo sobre o custo total de manutenção?

1.2 Objetivo Geral e Específico

O objetivo geral deste trabalho é identificar as práticas e indicadores de desempenho da área de manutenção na gestão de pneus e também, analisar a influencia dos custos aplicados aos pneus sobre o custo total de manutenção.

Assim, os objetivos específicos são:

- a) Sistematizar a literatura sobre os conceitos da gestão de manutenção e de pneus;
- b) Levantar na pesquisa prática quais são as práticas e os indicadores da gestão de manutenção e pneus;
- c) Analisar, por meio de técnicas estatísticas se o desempenho da manutenção está associado ao desempenho dos pneus.

1.3 Justificativa e Relevância da Pesquisa

A escolha desse tema de pesquisa se justifica pela importância da Logística no transporte de cargas pelo sistema rodoviário. Tal sistema é o principal meio de transporte no país e desempenha um papel vital para a economia. É responsável pelo escoamento dos produtos transportados, que gira em torno de 7,5% do produto interno bruto brasileiro (VALENTE *ET AL*, 2007).

Tal cenário representa uma extensão de 1.580.964 km de estradas pavimentadas e não pavimentadas, com uma frota de 2.060.002 de veículos de transportes (caminhões e ônibus), envolvendo 188.613 empresas de transportes. Representa o transporte de 485.625 milhões de toneladas transportadas, com 61,1% de participação desse modal no transporte total de cargas do país, contando com 1.008.758 de autônomos, com 14.621 km de concessão de malha rodoviária privada e 1.195 km administrados por operadoras estaduais (CNT, 2011).

Nos EUA, em 1994, o custo de estoque referia-se a 40% e o custo de transportes representava 60% do produto interno bruto desse país. Devido à expansão da lógica do *Just-in-time*, passou-se a ter grande preocupação com a redução dos estoques, bem como com o aumento na frequência dos transportes, dado a redução dos lotes produtivos (PIRES, 2010).

Segundo Novaes (2001), neste universo de mudanças constantes, por exemplo, a partir dos anos 1990 surgiram campanhas para melhorar a produtividade, o sistema just-in-time, a reengenharia, dentre outros, ocorrendo uma transformação no setor produtivo. A produção ágil e flexível substituiu a produção em massa, ocorrendo a evolução no setor de distribuição e maior complexidade nas operações logísticas e maiores exigências por eficiência nos canais de distribuição.

Sink *et alii* (1996), sintetiza que muitas empresas estão concentrando nas competências chave, aquelas que são críticas para a operação. Diante deste cenário há um forte motivo para terceirizar os serviços logísticos nas empresas modernas, “a contratação de serviços logísticos de terceiros aumentou 16.5 % nos EUA em 1999, atingindo o valor de 45,3 bilhões de dólares, considerando que este valor era em torno de 15 bilhões de dólares em 1994. O setor vem crescendo em taxas médias de 25% ao ano, refletindo não só ao EUA, mas em tendência mundial”. (Novaes, 2001)

Uma das ferramentas essenciais neste processo de crescimento é a gestão de frotas. Essa gestão tem que ter qualidade e usar todos os artifícios e ferramentas disponíveis. Dentro desta gestão esta a manutenção que é quase tudo para quem administra frotas (REVISTA EXAME, 2011).

Assim, o presente trabalho contribui para um aperfeiçoamento dos conhecimentos nessa área, proporcionando melhorias para a empresa no que diz respeito à manutenção e gestão de pneus.

O trabalho também contribuirá para esclarecer melhores os conceitos sobre técnicas de manutenção específica da gestão de pneus, além de identificar os

indicadores de desempenho na área de gestão de pneus. Tais conceitos ainda não foram estudados de forma aprofundada, conforme se verificou pela literatura pesquisada.

Assim, este trabalho mostra-se relevante por complementar os estudos mencionados (BARROS; LIMA, 2009; CAMPOS; BELHOT, 1994; LOCH, 2007; NASCIMENTO; REGINATO; LERNER, 2008; OLIVEIRA, 2005; HAVIARAS, 2005), que trataram da manutenção e dos pneus nos respectivos segmentos: frotas de veículos, empresa do segmento logístico, pneus automotivos, organizações e empresas.

Por fim, com o desenvolvimento desta pesquisa acredita-se que a revisão teórica e os resultados das análises, confrontando teoria e prática, poderão ser utilizados e aperfeiçoados por profissionais da área e por futuros pesquisadores.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Gestão de Frotas

Uma eficiente gestão de frotas é importante para que possibilite prestar um serviço de bom nível ao cliente, no que diz respeito:

- a) ao avanço em tecnologias de informação e comunicação (TIC);
- b) aos sistemas de rastreamento de veículos.

Essa gestão ganhou novas possibilidades para a melhoria dos serviços logísticos (VIVALDINI; PIRES, 2010), por exemplo, a terceirização logística consolidou-se na figura do prestador de serviços logísticos (PSL).

É nessa linha que as transportadoras estão mudando suas estruturas e razões sociais para o serviço de prestadores de serviços logísticos.

A combinação de novas tecnologias, dentro da cadeia de gestão da cadeia de suprimentos, proporciona avanços importantes para os métodos utilizados pelas empresas, por exemplo, o *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR), e o *Enterprise Resource Planning* (ERP) (VIVALDINI; PIRES, 2010).

Uma das partes importante da cadeia de suprimentos é a gestão de transportes, que interfere diretamente no nível de serviço que se pretende ter com fornecedores e clientes.

Dentro da gestão de transportes, a gestão de frota é uma das atividades mais importantes, utilizando-se a tecnologia gerada pela gestão de frota na gestão de serviços.

Por mais organizadas e estruturadas que sejam as empresas, segundo Clemente (2008) e Valente (2005), as empresas de transportes sofrem muitas dificuldades geradas por diversos fatores, tais como:

- alto investimento em renovação de frota;
- condições e segurança das estradas;
- falta de um planejamento melhor por partes dos órgãos governamentais;

- falta de investimento em infra-estrutura logística estratégica, para armazenagem, distribuição, importação e exportação;
- falhas nos aspectos operacionais das empresas, pelo grande número de concorrentes;
- alto custo agregado com o modal de transporte;
- gestão de caráter familiar deixando de avaliar as estruturas e os procedimentos gerenciais modernos e profissionalizados;
- falta de comprometimento dos condutores dos veículos, que pode acarretar um aumento do desgaste dos veículos e dos pneus;
- exaustiva jornada de trabalho dos motoristas; e
- cargas de veículos urgentes e excessivas.

Para Lieb (2005), Hannon (2005) e Vaidyanathan (2005), a gestão de frotas oferece aos gestores instrumentos de decisão sobre os ativos e sobre a performance destes, pois administram os processos que envolvem os diversos tipos de veículos.

Na mesma linha de pensamento, Valente (2005) diz que a gestão de frota representa a atividade de controle (comandar, administrar e gerenciar) de um conjunto de veículos pertencentes a uma mesma empresa.

É uma ferramenta fundamental para apoio nas certificações de qualidade, pois resultam na economia do custo de manutenção, operações de veículos e equipamentos da frota.

Para aumentar a produtividade e a eficiência das suas operações, uma boa gestão de frota precisa da utilização de determinados métodos, técnicas e ferramentas, e de um bom programa de gerenciamento em tecnologia da informação (TI). Necessita, ainda, de um bom sistema de rastreamento de veículos para agregar valor aos seus clientes, garantindo que a mercadoria será entregue a tempo e na hora, que o motorista não cause acidente, e tudo isso seja feita com economia.

Segundo Clemente (2008), as empresas tentam reduzir custos minimizando o número de veículos utilizados, diminuindo a distância total percorrida, reduzindo os custos administrativos, terceirizando parte dos serviços e criando programas voltados para:

- sistemas de gerenciamento de transporte;
- manutenção da frota;
- planejamento de frotas; e
- gestão de pneus.

Na gestão de frota tem-se uma visão abrangente que envolve diferentes serviços, por exemplo: o dimensionamento da frota, as especificações e avaliação de veículos e equipamentos, a operação de frotas, a previsão e o controle de custos operacionais, o planejamento da manutenção, a acomodação de cargas e as inovações tecnológicas (VALENTE, 2005).

Para Vivaldini e Pires (2010), a utilização da informação na gestão da frota e dos serviços, baseia-se em três partes:

- 1) monitoramento;
- 2) serviço agregado;
- 3) gestão de serviços.

Na Figura 2 apresenta-se como o PSL utiliza a tecnologia e as informações geradas para a gestão de frota e para a gestão de serviços.

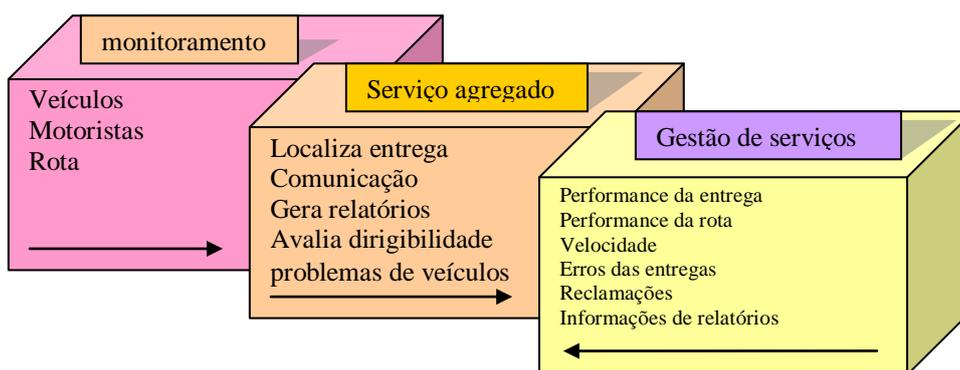


Figura 2: Utilização da informação de sistemas de rastreamento de veículos

Fonte: Adaptada pelo autor, segundo Vivaldini e Pires (2010).

Para Fleury (2002), esta gestão de frota significa tomar decisões sobre os seguintes grupos; **a) decisões estratégicas (refere os aspectos estruturais, como** escolha dos modais, decisões propriedade da frota, seleção negociação com

transportadores e políticas de cargas), b) decisões operacionais (tarefa do dia a dia dos responsáveis pelo transporte; planejamento de embarque, programação de veículos, roteirização, auditoria de fretes e gerenciamento de avarias).

Segundo Vivaldini e Pires (2010), o monitoramento consiste em acompanhar onde está o veículo e qual o comportamento dos profissionais que estão conduzindo estes veículos e se a rota está sendo executada segundo o planejado pela empresa, divide-se em:

- Veículos - Com o uso do sistema GPS é possível controlar a posição em que o veículo se encontra, estabelecer regras de posicionamento, segundo a rota que deve ser executada, tais como: pontos de paradas, locais de entrega, ou retirada de produto; permite, também, criar alertas sobre regras que não estão sendo cumpridas;
- Motoristas - Definir a rota: o motorista deve obedecer às variáveis. Deve-se acompanhar se o profissional está cumprido o trajeto, o tempo e as paradas pré-definidas; acompanhar sua dirigibilidade, tais como: velocidade máxima, frenagens bruscas, rotação do motor, consumo, etc.;
- Rota – definir as rotas, criar pontos e tempos de monitoramento, além de acompanhar se a rota está sendo cumprida de acordo com o planejado.

Segundo os mesmos autores, o serviço agregado utilizado na gestão de frotas e dos serviços se desenvolve por meio de informações do monitoramento, agregando as atividades que complementam, agilizam e monitoram a operação e podem ocorrer na:

- Localização e limitação dos pontos de entrega e paradas: todas as entregas ou retiradas de produtos devem ser entendidas como uma rota, definida como todas as variáveis possíveis de parada para entrega, abastecimento e descanso. Criar pontos de monitoramento que alertem quando se deve ter uma parada, uma entrega, abastecimento e outras variáveis ligadas ao serviço;
- Comunicação com motorista: por meio da conexão dos PDA com o sistema de comunicação (via Telefone ou via SMS), consegue-se

estabelecer comunicação em tempo real com o motorista, passando-lhe recados e informações, bem como obtendo dele o que ocorre no percurso e na rota;

- Elaboração dos relatórios de entrega: por meio dos PDA, cria-se um formulário eletrônico de dados que o motorista e o ponto de entrega preenchem, permitindo monitorar a entrega e os atributos que podem ser avaliados, tais como a temperatura dos produtos no ato da descarga;
- Dirigibilidade do motorista: acompanhar o motorista em tempo Real, observando se cumpre o roteiro definido e os respectivos pontos de paradas. Se ele dirige de forma a respeitar procedimentos que ajudam no desempenho do veículo e no consumo médio. Também existe, no fechamento da rota, ou seja, no retorno do motorista, um relatório que aponte todas as divergências de rota, sejam elas relacionadas à velocidade, à dirigibilidade, à fuga dos pontos de paradas;
- Forma de apontar problemas do veículo e equipamento: é possível visualizar se uma parada acontece por algum problema técnico, se a temperatura dos produtos está dentro dos padrões estabelecidos, se houve abertura de portas em pontos não autorizados.

Já na gestão de serviços, Vivaldini e Pires (2010) concluem que, com as informações geradas pelo monitoramento e com os serviços agregados, é possível extrair uma série de informações e relatórios que se tornam instrumentos de gestão, e estes pontos analisados são:

- O desempenho de ponta na entrega: com base no horário de chegada e de saída do veículo, obtém-se o tempo de descarga do ponto de entrega, e, seu desempenho. Com essa informação é possível trabalhar com o cliente os impactos que isso causa no custo e no serviço, principalmente quando se tem atrelado a rota às diversas entregas, pois o atraso nas primeiras impacta as seguintes;
- Desempenho de rota: com os tempos apontados nos percursos e na íntegra, é possível avaliar se a rota está compatível com o planejado,

facilitando os ajustes e aperfeiçoando o serviço de entrega e o horário de chegada do ponto de entrega ou coleta;

- Velocidade e dirigibilidade do Motorista: tem por rota o comportamento do motorista relativo à velocidade e à dirigibilidade. Com essas informações cria-se um histórico por profissional, podendo-se avaliá-lo com mais elementos. Além disso, permite ações corretivas e punitivas, (quando necessárias), no ato de sua chegada, nas prestações de contas;
- Informações sobre erros e horários de entrega: é possível, em tempo real, saber se houve alguma ocorrência na entrega, e imediatamente promover ações corretivas que não comprometam o cliente. Esta informação também alimenta os dados de desempenho relativos à eficiência de entrega, tipos de erros, atrasos, profissionais que estão envolvidos com o erro, e por meios deles, criar um plano com ações corretivas para ajustar os processos e os profissionais;
- Reclamações de entregas e qualidade: aponta falhas como falta de produtos, avarias, um mau serviço. Com essas informações é possível verificar quais os tipos de reclamação mais freqüentes, se existem reclamações de qualidade dos serviços prestados ou de produtos;
- Geração de relatórios de entrega: com todas essas informações, pode-se gerar um relatório de entrega que passa a ser avaliado pelos gestores diariamente, verificando o que acontece em cada rota, em cada entrega, e com cada cliente. Com base nesses relatórios é possível extrair diversas informações e relatórios de análises que permitam ajudar na tomada de decisão sobre novas rotas, mudança de rota, ou de horário de entrega, em determinado ponto.

No Quadro 1, elaborado pelo pesquisador, são apresentadas as atividades da gestão de frota e as características de tais atividades.

Conforme a Figura 3, o presente trabalho pretende aprofundar-se nas atividades de interface, na gestão da manutenção e pneus, (atividade 13 sintetizada no Quadro 1). Para isso, as próximas seções apresentarão, com maior profundidade, os conceitos de gestão da manutenção, gestão de pneus e desempenho.

Segundo Helou Jr. (SETECESP, 2011), “mantendo o veículo bem calibrado e alinhado, é possível conseguir economias redundantes, porque as empresas que usam caminhões tende a gastar 60% nos custos das variáveis de operação, levando em consideração um veículo com cinco anos de idade e média de rodagem de 10.000 quilômetros mês”. Neste caso, segundo o mesmo autor são gastos: a) manutenção 10%, b) pneus 8%, c) combustíveis 35%, d) óleos lubrificantes 3%, e) lavagem e lubrificação 4%, e) custos fixos da administração do veículo com 40%, totalizando os 100% .

Quadro 1 - Controle da Interação dos módulos e características da gestão de frotas. Continua.

| Número | Atividades | Características |
|--------|---|--|
| 1 | Manutenção do cadastro de veículos | <ul style="list-style-type: none"> - Dimensão e controle total dos veículos, por tipo, categoria, modelo, fabricante. - Rastreamentos dos veículos por chaves de acesso. - Controle de odômetro e suas trocas. - Controle de documentação, vencimentos, garantias, histórico da manutenção e abastecimento. |
| 2 | <i>Check-list</i> - triagem dos veículos | <ul style="list-style-type: none"> - Conferência dos problemas e defeitos detectados na triagem ou oficina. - Medição dos sulcos remanescente dos pneus. - Verificação dos pneus furados e estourados - Articulação dos veículos para lavagem e lubrificação. - Liberação dos veículos se estivarem em perfeitas condições. - Controle dos vencimentos das preventivas e corretivas. |
| 3 | Manutenção: Controle de serviços externos | <ul style="list-style-type: none"> - Cadastro de fornecedores. - Identificação e conferência dos serviços, peças, mão de obras associadas ao serviço. - Controle de garantias de peças e serviços. - Rastreamento das paradas monitoradas. |
| 4 | Manutenção: Controle da oficina interna | <ul style="list-style-type: none"> - Ações e serviços solicitados do <i>check-list</i>. - Previsão, controle e acompanhamento de serviços. - Custo da mão de obra empregada baseado no tempo real e na taxa horária. - Controle de horas e mecânicos nos plantões realizados. - Planejamento e controle da produção da oficina. - Atendimento à solicitação da expedição na execução dos serviços. |

Quadro 1 - Continuação.

| Número | Atividades | Características |
|--------|---|--|
| 5 | Manutenção preventiva | <ul style="list-style-type: none"> - Registro da programação de serviços em quilometragem dos veículos a realizar. - Execução dos itens das planilhas conforme preventiva X,S,L,M, nos veículos. - Verificação dos desgastes dos pneus. - Rodízio dos pneus a cada preventiva. - Quando da troca dos pneus dianteiros, alinhamento e balanceamento quando necessário. - Análise de óleo. - Lavagem e lubrificação de cada tipo de preventiva. - Geração das ordens de serviços para execução e troca de óleo, filtros e peças. - Teste de fumaça. - Teste de opacímetro. |
| 6 | Manutenção: Controle de combustíveis e lubrificantes | <ul style="list-style-type: none"> - Controle da entrada e saída de estoque de combustíveis. - Controle de abastecimento de diversos locais, permitindo registros de quilometragem através de CTF, para alimentar os km no sistema. - Cálculo das médias dos veículos (desempenho motoristas). - Cálculo de quilometragem da frota. - Elaboração das ordens de serviço para CTF, tacógrafos. |
| 7 | Manutenção: Gestão de estoques | <ul style="list-style-type: none"> - Controle de estoque de peças, materiais, pneus, combustível, lubrificantes. - Controle do estoque mínimo para futura compra. - Compra pelo preço justo e não pelo menor preço. - Avaliação e cadastro de fornecedores. |
| 8 | Expedição, Tráfego: Controle de viagens expedição | <ul style="list-style-type: none"> - Registro completo de viagens, toneladas, quilometragem, veículo, motorista por rota, solicitação, clientes chaves. - Cadastro dos motoristas, históricos de viagens, todos seus dados, ocorrências, multas, acidentes, atrasos. - Controle da documentação dos motoristas, veículos, para renovação e vencimento. |
| 9 | Alta Direção: Desempenho | <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do custo por local e por centro de custo. - Cálculo do custo por km rodado. - Cálculo do peso transportado por veículo. - Metas estipuladas por centro de custo. |

Quadro 1 – Final.

| Número | Atividades | Características |
|--------|--|--|
| 10 | Manutenção: Compras | <ul style="list-style-type: none"> - Solicitações de compras. - Cadastramento de fornecedores locais e externos. - Cotações e geração de pedidos. - Atendimento às solicitações de busca de peças urgentes e disponíveis. - Orçamento, cotação, e fechamento para aprovação da compra, via emissão eletrônica dos dados e aprovação pela diretoria |
| 11 | Manutenção; Gestão de pneus | <ul style="list-style-type: none"> - Controle e monitoramento dos pneus. - Registro das movimentações de retirada e reposição de pneus (montagem, desmontagem, desgastes, recapagens). - Controle de pressão, alinhamento, balanceamento, emparelhamento dos pneus, desenhos de banda inadequada. - Execução do <i>chek-list</i> feito pela triagem. - Sucateamento dos pneus. - Cálculo da vida e da quilometragem dos pneus CPK. - Análise de sucata. Aplicação e remoção dos pneus. |
| 12 | Gestão da manutenção | <ul style="list-style-type: none"> - Controle e acompanhamento dos mecânicos na execução dos serviços e solicitação pela manutenção de compra de peças, filtro, óleo. - Controle de horas extras, férias, diárias da mão de obra, - Terceirização dos serviços. - Liberação dos veículos para produção, e treinamento da mão de obra. - Histórico de todos os veículos. - Arquivo completo de todos os veículos e equipamentos. - Controle e gerenciamentos das ferramentas da mão de obra. - Controle das manutenções preventivas e corretivas e controle das ordens de serviço e <i>chek-list</i> da triagem. - Controle de tacógrafos e CTF. - Controle sobre alinhamento e balanceamento. - Socorros mecânicos internos e externos. |
| 13 | Atividades da Interface da gestão da manutenção e de pneus | <ul style="list-style-type: none"> - Aperfeiçoamento da comunicação, comprometimento e treinamento. - Busca pela qualidade e desempenho de serviços. - Execução eficaz da gestão da manutenção e de pneus. - Inspeção de <i>check-list</i> para manutenção e pneus, para melhor controle das manutenções corretivas e preventivas. - Aumento da disponibilidade e confiabilidade dos recursos da frota. - Maior controle de peças e componentes utilizados. - Controle de pressão, alinhamento, balanceamento e emparelhamento dos pneus. - Terceirização dos serviços externos. - Melhor controle e gerenciamentos das ferramentas da mão de obra. - Compra programada com a seleção de fornecedores em atendimento à demanda da manutenção e pneus. - Melhor controle da terceirização da frota. - Redução de custo, em combustíveis, manutenção e pneus. - Melhor desempenho dos veículos em relação aos pneus, combustíveis, e ao resultado do custo da manutenção. |

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2 Gestão da Manutenção

2.2.1 Histórico da manutenção

Os primeiros registros de manutenção datam do século X. Pascoli (1994 *apud* SILVA, 2004) relata que os vikings dependiam fortemente da manutenção para manter seus navios em perfeitas condições para as batalhas.

Já para Tavares (1987), a história da manutenção caminha com o desenvolvimento industrial da humanidade, pois tinha importância secundária e era exercida pelo mesmo efetivo de operação até 1914.

Com o advento da primeira guerra mundial, e a implantação da produção em série por Ford, houve a necessidade de criar equipes que pudessem efetuar reparos em máquinas em menor tempo possível. Surgiu, assim, um órgão subordinado à operação, cujo objetivo básico era a execução da manutenção (TAVARES, 1987)

A partir dos anos 30, a história está dividida em 3 momentos (PINTO; XAVIER, 1999):

- a) o primeiro momento é o período antes da Segunda Guerra Mundial (pouco mecanizada);
- b) o segundo momento vai desde a Segunda Guerra Mundial até os anos 60 (forte aumento da mecanização, complexidade das instalações, novas técnicas de manutenção começa a ser utilizada, por exemplo: computadores grandes e lentos, sistemas manuais de planejamento, controle de trabalho, monitoração de tempo). Nesse período ocorreu por volta do ano 1950, na indústria dos Estados Unidos, o aparecimento do termo manutenção;
- c) o terceiro momento surgiu a partir da década de 70, com o crescimento da automação e da mecanização, que passou a indicar que confiabilidade e disponibilidade tornaram-se pontos chaves.

Para alcançar disponibilidade e confiabilidade nesse momento, novas técnicas de manutenção foram utilizadas como análise de risco, computadores pequenos e rápidos, softwares potentes.

No Quadro 2 encontra-se o resumo da história da manutenção, e são detalhados, os pontos de maiores impactos, e as importâncias nos históricos da evolução da manutenção, desde a evolução das indústrias, as ferramentas e práticas adotadas, o período da criação da manutenção corretiva, preventiva e detectiva, a manutenção produtiva total e a engenharia de manutenção.

Por meio da síntese dos três momentos da manutenção apresentados no Quadro 2, pode-se analisar que as expectativas em relação à manutenção tornam-se cada vez mais estratégicas. Antes vista como conserto após falha, hoje tem a responsabilidade de manter padrões de desempenho e qualidade exigida e estabelecida.

Na literatura, encontra-se uma variedade de denominações para classificar os tipos de manutenção, porém há uma grande confusão na sua caracterização, relacionando-a a políticas, práticas, ou ferramentas. Atualmente são definidos seis tipos de manutenção (PINTO; XAVIER, 1999).

Quadro 2 – Histórico da evolução da manutenção. Continua.

| | Histórico e evolução | Mudanças Técnicas de Manutenção e Principais Pontos |
|-------------------------|--|---|
| Primeiro momento | Século XVI | Surgiram os primeiros teares mecânicos, cujos fabricantes treinavam os novos operários para manusearem e manterem os equipamentos. A manutenção tinha importância secundária. Conserto após falha. |
| | Primeira Guerra. Aumento da expectativa em relação à manutenção: conserto após falha | Mudanças técnicas de manutenção: Conserto após a falha. Durante a primeira Guerra, Henry Ford implanta a produção em série em suas fábricas. Com isso surgiu a necessidade das máquinas operatrizes serem reparadas no menor tempo possível; foram criadas equipes de manutenção, que, inicialmente, eram subordinadas à operação. Assim nasceu a Manutenção Corretiva, (acidental ou por quebra) que se caracterizava por: conserto após a falha; indústria com baixo índice de mecanização; equipamentos simples e super dimensionados; o tempo para repor a função não era importante; rotinas: limpeza e lubrificação. |
| Segundo momento | Década de 1930 Mudanças técnicas de manutenção | A manutenção Corretiva permaneceu até a década de 30, quando, em função da segunda Guerra Mundial, a equipe de manutenção passou a executar, além da corretiva a prevenção de avarias. Nesse período, com o aumento da velocidade da produção, o tempo para repor a função dos equipamentos passou a ser importante. Foram desenvolvidos processos de prevenção de avarias, passando a realizar revisões gerais nos equipamentos em intervalos fixos. Era o início da manutenção preventiva sistemática, baseada no tempo. Nesse momento, a manutenção passou a ter um grau de importância igual à operação, deixando de subordinar-se a este órgão e passando a subordinar-se diretamente à diretoria industrial |
| | Década de 1950 | Crescente avanço da indústria eletrônica e da aviação comercial. A manutenção foi desmembrada em duas áreas: execução de manutenção e engenharia de manutenção. As atribuições de cada área eram respectivamente, planejamento e controle da manutenção e análise das causas efeitos das avarias. |

Quadro 2 - Final.

| | Histórico e evolução | Mudanças Técnicas de Manutenção e Principais Pontos |
|-------------------------|---|--|
| Terceiro Momento | Década de 1960. Aumento da expectativa em relação à manutenção: disponibilidade crescente e maior vida do equipamento | Mudanças técnicas de manutenção: computadores grandes e lentos; sistemas manuais de planejamento controle do trabalho e monitoração por tempo. Foi marcada pela propagação do uso de computadores e pela sofisticação dos instrumentos de proteção e medição. Com a informatização da manutenção, a engenharia de manutenção passou a ter duas equipes: planejamento e controle da manutenção, com atribuições de desenvolver, implantar e analisar os resultados, por meio dos sistemas informatizados de manutenção; estudos de ocorrências crônicas com atribuições de análise das falhas, seus efeitos e suas causas. Com isso inicia-se a prática da manutenção corretiva, com incorporação de melhorias e prevenção da manutenção, e é, neste momento, que surge também a engenharia da confiabilidade. |
| | Década de 1970. Aumento da expectativa em relação à manutenção: maior disponibilidade e confiabilidade; melhor custo e benefício; melhor quantidade de produtos; preservação do meio ambiente. | É marcada pela difusão dos computadores, a sofisticação dos instrumentos de proteção e medição e pela implantação de métodos automatizados de Planejamento e controle da Manutenção. Nesse período surge no Japão, na empresa Nippon Denson, a Manutenção Produtiva Total - TPM, que chega ao Brasil apenas na década de 1980. Há o crescimento da automação e da mecanização. Confiabilidade e disponibilidade tornaram-se pontos chaves em setores distintos como: saúde, processamento de dados, telecomunicações e gerenciamento de edificações. Maior automação significa que falhas mais freqüentes afetam a capacidade de manter padrões de qualidade estabelecidos. Para alcançar a confiabilidade e a disponibilidade necessárias nesse período, novas técnicas de manutenção foram utilizadas, como: análise de risco, computadores pequenos e rápidos, softwares potentes, projetos voltados para a confiabilidade. |
| | Década de 1980 | Com o desenvolvimento dos computadores e o aumento da exigência pela qualidade de produtos e serviços, surge a Manutenção Preditiva e posteriormente, a Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC). Nesse período o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), são reconhecidos pela influência que têm na área de produção e passa a ser órgão de assessoramento à supervisão geral da produção, em algumas empresas. |
| | Década de 1990 até Séc.XXI | Mudanças técnicas de manutenção: Monitoramento de condição; projetos voltados à confiabilidade e à manutenibilidade; análise de risco; computadores pequenos e rápidos; softwares potentes; análise de modos e efeitos de falhas (FMEA) e grupos de trabalhos multidisciplinares. É marcada pela globalização, que tem como uma das principais características o aumento da competitividade, que resultou na exigência de proteção ao meio ambiente, por meio das Certificações Iso 9000, Iso 14000, Iso 18000. Com isso, passou-se a dar maior atenção à conservação dos recursos naturais, a análise de custo x benefício e à maximização do valor agregado na operação dos bens industriais, durante todo o ciclo de vida. Atualmente a área de manutenção tem assumido a responsabilidade por atividades mais específicas como o PCM e o Custo do ciclo de vida dos Equipamentos (LCC); os operadores assumiram as atividades básicas de manutenção (manutenção autônoma).Técnicas hoje já adotadas tais como: 5S, 6 sigma, PDCA, TQC, Benchmarking. |

Fonte: Elaborado pelo autor

Para que a atividade de manutenção, dentro da gestão de frotas, se integre de maneira eficaz para o processo da globalização da economia, as empresas têm-se direcionado para a redução de custos e o aumento da produtividade, a busca de novas técnicas, de novos modelos de gerenciamento, baseados na melhoria da qualidade, da produtividade, da flexibilidade e da competitividade, e em atender com satisfação aos seus clientes (KARDECH; NASCIF, 2001).

Três praticas básicas na manutenção moderna podem ser citadas: a) TPM – Manutenção Produtiva Total, b) A metodologia 5S – Seire, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke, e c) A Multiespecialização, além das obrigatórias nas gestões da qualidade como a ISO 9000 (KARDECH; NASCIF, 2001).

As definições de manutenção segundo alguns autores pesquisados são mostrados no Quadro 03.

Quadro 3 - Definição de manutenção segundo os autores pesquisados.

| Autores / Ano | Definição de Manutenção |
|-----------------------------------|---|
| Slack; Chambers e Johnston (2002) | Termo usado pelas empresas na tentativa de evitar as falhas ao cuidar de suas instalações. |
| Mishawka e Olmedo (1987) | É o conjunto de atividades e recursos aplicados aos sistemas ou equipamentos, visando garantir a consecução de sua função dentro de parâmetros de disponibilidade, qualidade, prazos, custos e vida útil adequada. |
| Tavares (1987) | Todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada. |
| Monchy (1989) | É uma atividade desenvolvida para manter os equipamentos e outros bens em condições que irão melhor apoiar as metas organizacionais em longos prazos. |
| Ferreira (1987) | Ato ou efeito de manter-se, as medidas necessárias para a conservação ou a permanência de alguma coisa ou situação. |
| Harding (2001) | É um trabalho feito a fim de: manter, restabelecer, conservar, restaurar um equipamento ou bem. |
| Pinto e Xavier (2001) | A missão da manutenção é: garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de um serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados. |
| Xenos (1998) | Fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, em um nível de desempenho exigido. |
| Moubray (1989) | É o conjunto de ações que permite manter ou restabelecer um bem, dentro de um estado específico ou na medida para assegurar um serviço determinado, de modo que as atividades conduzam a um custo global otimizado. |
| Arcuri Filho (2005) | E responsável não mais por pequenos reparos, mas sim pelo funcionamento efetivo dos sistemas, equipamentos e instalações. |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Levando-se em conta as palavras chave mais utilizadas no Quadro 03 pelos autores nas suas definições, podemos sintetizar manutenção como: a) evitar falhas; b) atividades e recursos; c) técnicas administrativas; d) ações para manter os equipamentos em condições, e) tomar medidas necessárias, f) restabelecer, conservar ou restaurar um equipamento ou um bem; g) garantir a disponibilidade, confiabilidade e eficiência; h) realização por todos; i) ações que permitem manter a produção, j) funcionamento efetivo dos sistemas, h) equipamentos e instalações.

A manutenção é parte mais importante para a redução de custo em busca da eficácia empresarial. Torna-se possível somente se houver o comprometimento de todos os envolvidos, como o apoio da alta gerência, dando maior importância ao fator humano.

Para que seja bem sucedida e conduza à empresa a maior competitividade, sendo um meio de alcançar objetivos e metas do desempenho exigido, a manutenção deve ser colocada como parte fundamental do processo produtivo.

Os setores da manutenção (mecânica, elétrica, carpintaria, funilaria, borracharia, lavagem, abastecimento e triagem) devem trabalhar em conjunto com os demais setores operacionais (tráfego, compras, filiais, pátio e expedição), contribuindo para a melhoria e a otimização de seus processos, integrando esses diferentes setores.

Essa é a condição fundamental para o sucesso de seu desempenho e é nesse cenário que a gestão de manutenção surge como um fator estratégico, conforme ilustra a Figura 3, dentro da gestão de frota, na busca de aumento de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, para o seu desempenho esperado.

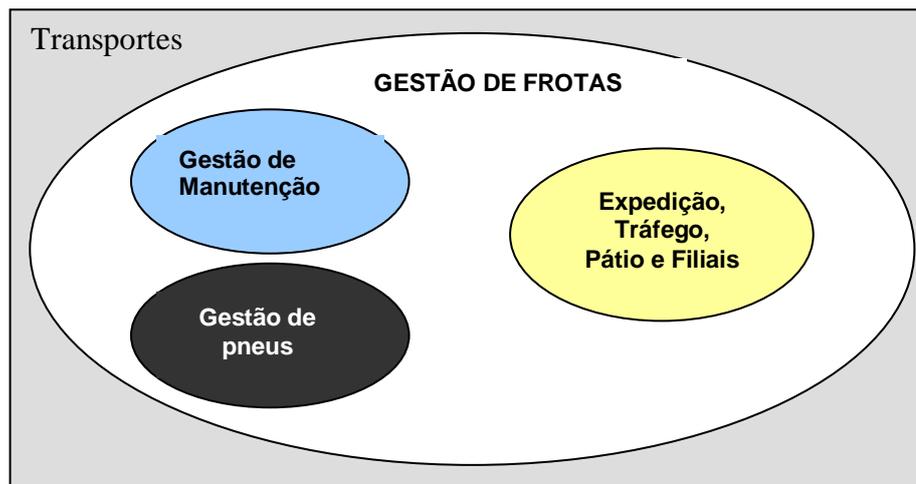


Figura 3: Gestão de manutenção dentro da gestão de frotas

Fonte: Elaborado pelo autor.

A manutenção planejada está classificada em quatro categorias: Preventiva, Preditiva, Detectiva e Engenharia de Manutenção.

A manutenção não planejada está classificada em duas categorias: Corretiva, de Momento ou Urgência. O Quadro 4 mostra a definição das categorias, ou tipos de manutenção planejada e não planejada.

Quadro 04 - Definições de tipos de manutenção.

| | | |
|---------------------------------|----------------------------------|---|
| Manutenção planejada | Manutenção Preventiva | É a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda do desempenho, obedecendo a um planejamento baseado em intervalos definidos de tempo. |
| | Manutenção Preditiva | É a atuação realizada com base em modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática definida. |
| | Manutenção Detectiva ou TPM | É a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas, ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. |
| | Engenharia de manutenção | Participação de especialista em manutenção desde a concepção do equipamento, instalação, nas primeiras horas de produção, e deve estar nivelado com a manutenção de primeiro mundo. |
| Manutenção não planejada | Manutenção corretiva | É a atuação para a correção da falha ou de um desempenho menor do que o esperado. |
| | Manutenção de momento (Urgência) | Consiste em fazer consertos quando o equipamento para ou quebra. |

Fonte: Adaptado pelo autor de Pinto e Xavier (1999) e Mirshawka e Olmedo (1993).

2.2.2 Manutenção Produtiva Total – TPM

A TPM foi implementada a partir de 1971, na indústria japonesa, pela Nipon Denso, empresa do grupo Toyota, e seus conceitos foram trazidos ao Brasil em 1986 (NAKAJIMA, 1988). Tem como objetivo a eficácia na empresa por meio de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos (PINTO; XAVIER, 2001)

Segundo Xenos (1998), a TPM é uma estratégia simples e prática de envolvimento dos operadores dos equipamentos na atividade de manutenção, tais como: inspeção, limpeza e lubrificação, com o objetivo de evitar falhas e quebras.

A TPM busca a qualidade total em serviços e produtos. Atualmente, adicionada ao gerenciamento ambiental, passou a ser a missão das empresas em alcançar suas metas, estando a manutenção relacionada à disponibilidade de máquinas, para o aumento da competitividade, aumento da lucratividade, satisfação do cliente, e produtos e serviços com defeito zero. (PINTO E NASCIF, 2001)

A Associação Brasileira das Empresas de Manutenção - ABRAMAN (2001) destaca, em pesquisa sobre os custos em manutenção, que 86% das empresas consultadas, pratica a previsão orçamentária anual para manutenção; 5% afirmam não ter qualquer acompanhamento de custo da manutenção; e que, em 92% das respostas, o acompanhamento da manutenção é efetuado de forma mensal. Percebe-se, ainda, pelos dados apresentados no referido estudo, a importância da manutenção no orçamento das empresas.

A TPM tem mostrado ser uma das filosofias mais empregadas nos dias de hoje por tratar-se de um programa voltado à gestão de perdas no processo, apresentando resultados muito interessantes. De origem oriental, essa filosofia tem encontrado algumas barreiras naturais ao ser implementada no ocidente (TAVARES, 1999).

Resultados como: a) capacidade de criar um ambiente de melhoria contínua e permitir às empresas elevarem sua manufatura a uma classe mundial de competitividade (JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE - JIPM, 2002), b) como filosofia importante para a melhoria da manufatura; como o gerenciamento total da qualidade (TUBINO, 1999; SLACK, 1997; MIRSHAWKA, 1991); c) como o sistema de Produção Toyota (NAKAJIMA, 1989); compatibilidade devida aos seus

objetivos de perda zero e envolvimento de toda a organização das empresas (SHINGO, 1996).

Segundo autores como Nakajima (1988), Kardech e Nascif (1999) e Mirshawaka e Olmedo (1994), a evolução desse processo da formatação da TPM originou-se inicialmente nos Estados Unidos, pois sempre este país desempenhou um papel de destaque na inovação tecnológica.

Segundo esses autores no campo da manutenção das máquinas, foram os pioneiros na adoção da manutenção preventiva (MP), que evoluiu para a manutenção do sistema de produção (MSP), incorporados à prevenção de manutenção (MP). Isso, além de melhoramentos surgidos da engenharia de confiabilidade, da manutenção preventiva (MP).

O Japão importou todos esses conhecimentos, implantou, desenvolveu e criaram um novo programa e que nomearam como TPM, incluindo a participação de todos. A evolução desses conceitos é apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 - Evolução dos conceitos de TPM. Continua.

| Ano | Tipos | Evolução |
|--------------|--|---|
| 1950 1954 | Manutenção Preventiva (MP) MSP | Adotada dentro do conceito de que intervenções adequadas evitariam falhas e apresentariam melhor desempenho e maior vida útil nas máquinas e equipamentos. |
| 1957 | Com introdução de melhorias (MM) | Criação de facilidades nas máquinas e equipamentos com o objetivo de facilitar as intervenções da Manutenção Preventiva e aumentar a confiabilidade. |
| 1960 | Prevenção de manutenção e conceitos de: confiabilidade, segurança e economicidade. Era da manutenção do sistema de produção | Incorporar ao projeto das máquinas e equipamentos a não necessidade da manutenção. Aqui está a quebra de paradigma; a premissa básica para os projetistas é totalmente diferente das exigências vigentes, exemplo: adoção de articulações com lubrificação permanente na indústria automobilística, os carros e caminhões tinham vários pinos de lubrificação nos quais deveria ser injetada graxa nova a intervalos regulares. A mudança não é a colocação de pino ou melhorar a sistemática de lubrificação e sim eliminar a necessidade de intervenção. |
| 1970 | TPM - Ênfase na pessoa, administração participativa e visão global de sistema. | Vários fatores econômicos e sociais imprimem ao mercado exigências cada vez mais competitivas para sobreviver, foram obrigadas: a) eliminar desperdícios; b) obter o melhor desempenho dos equipamentos; c) reduzir interrupções, paradas de produção por quebras ou intervenções; d) redefinir o perfil de conhecimento e habilidade dos empregados da produção e manutenção; e) modificar a sistemática de trabalho. |

Quadro 5 - Final.

| Ano | Tipos | Evolução |
|---------------|---|--|
| 1980 | TPM e CCQ (Círculos de controle de qualidade) ou DZ (defeito Zero). Fundação do JIPM (<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>) | Conceitos base: Cada um deve exercer autocontrole. A minha máquina deve ser protegida por mim. Homem, máquina e empresas devem estar integradas. A manutenção dos meios de produção deve ser preocupação de todos. |
| 1986 | TPM | Apresentada pela primeira vez no Brasil. |
| 1990 até 2010 | TPM | Introdução da Engenharia Mecatrônica. Empresas brasileiras implantando a TPM. Empresas brasileiras candidatas ao prêmio TPM. |

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Kardec e Nascif (1999); Nakajima (1988) e Mirshawaka e Olmedo, (1994).

Segundo Nakajima (1989), a Manutenção Produtiva Total (TPM) é definida como: “[...] gestão de manutenção que reconhece a importância de confiabilidade, manutenção e eficiência econômica no projeto de fábricas, é realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos”.

Para o *Japan Institute of Plant Maintenance* - JIPM (2002) a TPM é conhecida como:

Esforço elevado na implementação de uma cultura corporativa que buscam as melhorias das eficiências dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, atingindo assim o zero acidente, zero defeito e zero falhas durante todo o ciclo de vida dos equipamentos, cobrindo todos os departamentos da empresa incluindo: Produção, Desenvolvimento, Marketing e Administração, requerendo o completo envolvimento desde a alta administração até a frente de operação com as atividades de pequenos grupos.

A TPM adota alguns dos princípios de trabalho em equipe, o *empowerment* (autonomia) como uma abordagem de melhoria contínua para prevenir falha, e vê a manutenção como um assunto de toda a empresa, com o qual todas as pessoas podem contribuir de alguma forma, para a eficácia no resultado da manutenção. Para melhor compreensão, *empowerment* significa dar ao pessoal a autoridade de fazer mudanças no trabalho em si, assim como na forma como ele é desempenhado e organizado, isto é, pode ser incorporado ao trabalho em diferentes graus como: a) envolvimento de sugestão; b) envolvimento do trabalho; c) alto envolvimento (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Aperfeiçoados pelo JIPM (1989), estabelecendo uma nova exposição, a TPM constitui-se dos seguintes preceitos:

- objetiva a constituição de uma estrutura empresarial que busca a eficácia do sistema de produção;
- devem ser construídos no local de trabalho, mecanismos para a prevenção de perdas, atingindo zero de acidentes, zero de defeito, zero de quebra ou falha, tendo como objetivo o ciclo total de vida útil do sistema de produção;
- envolve todos os departamentos, produção e se estende aos setores de desenvolvimentos, vendas, administração;
- conta com a participação de todos os setores da empresa, tais como o estratégico, tático e operacional;
- deve atingir a perda zero por meio de atividade de pequenos grupos.

Esse elemento nada mais é do que uma extensão da característica da autonomia do trabalho, proeminente na abordagem comportamental do projeto do trabalho. É usualmente tida como mais do que autonomia, ao considerar-se que significa dar ao pessoal a habilidade de mudar e de como desenvolver seu trabalho (NAKAJIMA, 1988).

A TPM objetiva a eficácia da empresa por meio de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos. Também prepara e desenvolve pessoas e organizações aptas para conduzir as fábricas do futuro, dotadas de automação.

Shirose (1996) destaca que “a maior característica da TPM é a participação de todos os membros da organização, desde o menor colaborador até o mais alto executivo da empresa, em forma de pequenos grupos de trabalho que tem por objetivo atingir metas como: quebra zero, acidente zero, defeito zero, aumento da eficiência dos equipamentos, máquinas e serviços de apoio.”

Yamashina (2000) conclui que “a TPM pode se constituir na maior fonte de rentabilidade e bom gerenciamento das organizações através da efetiva utilização dos equipamentos, máquinas e serviços de apoio”.

De acordo com Seth e Tripathi (2006) “os benefícios da TPM criam uma estratégia abrangente e representa uma poderosa ferramenta de gerenciamento da TPM criam uma estratégia abrangente e representa uma poderosa ferramenta de

gerenciamento para reduzir os custos do ciclo de vida dos equipamentos e facilidades”.

Já para Nakajima (1989), “a TPM pode melhorar o rendimento global das instalações graças a uma organização baseada no respeito à criatividade humana e com a participação geral de todos os empregados da empresa”.

Segundo Suzuki (1992) “a TPM cresceu rapidamente nas indústrias japonesas e foi largamente implantada para outras empresas”. Ainda o mesmo autor existem três fortes razões para a popularidade da TPM no Japão: 1º) ótimos resultados nas operações, 2º) melhoria de ambiente, 3º) possibilidade de ganho de prêmio outorgado pela JIPM, para as empresas que se destacam na utilização da TPM.

O Quadro 6 apresenta algumas definições e citações de TPM, conforme a literatura pesquisada.

Quadro 6 - Definições e citações sobre TPM, por vários autores. Continua.

| Autores | Definições e Citações |
|---------------------------|--|
| Hamrick (1994) | <i>TPM</i> significa uma manutenção autônoma da produção que tenta otimizar a habilidade do operador e o conhecimento do seu próprio equipamento para aumentar ao máximo a sua eficiência de operação; estabelece um esquema de limpeza e manutenção preventiva para prolongar a vida útil do equipamento, envolve todos os funcionários, desde a alta administração, até membros das equipes individuais que participam do sistema. |
| Tavares (1996) | <i>TPM</i> são a reformulação e a melhoria da estrutura empresarial a partir da reestruturação e melhoria das pessoas e dos equipamentos, com o envolvimento de todos os níveis hierárquicos e mudança da postura organizacional. Com relação aos equipamentos significa promover e revolução junto à linha de produção, através da incorporação da perda zero. |
| Banker (1995) | <i>TPM</i> cria um gerenciamento no local de trabalho, uma vez que os operadores assumem a propriedade de seu equipamento e cuidam deles próprios, eliminando as paradas e os defeitos; cria-se confiança, respeita a inteligência e o potencial de conhecimento de todos os empregados da empresa. |
| Jostes e Helmes (1994) | <i>TPM</i> descreve uma relação entre todas as funções organizacionais, mais particularmente entre produção e manutenção, para melhoramento contínuo da qualidade do produto, eficiência operacional e da própria segurança. |
| Takashi (1993) | <i>TPM</i> como uma MP mais ampla, baseada na aplicabilidade econômica vitalícia de equipamentos, matrizes e gabaritos que desempenham os papéis mais importantes na produção. |
| Mirshawka e Olmedo (1994) | <i>TPM</i> é um programa de manutenção que envolve o conjunto de todos os empregados da organização, desde a alta administração, até os trabalhadores da linha de produção. |

Quadro 6 – Final.

| | |
|--------------------------------|--|
| MC Bride (2001) | <i>TPM</i> requer uma liderança eficaz que conecta os esforços desta ao negócio da empresa e mantém as pessoas aptas a desenvolverem trabalhos específicos. |
| Bengtsson Jackson (2003) | Antes de implantar <i>TPM</i> , é necessário levar-se em consideração três requisitos a fim de conseguir melhorias fundamentais: os dois primeiros estão relacionados ao aumento da motivação e competência do pessoal, que por sua vez aumentará a eficácia e operação dos equipamentos; o terceiro requisito diz que deve ser criado um ambiente de trabalho que apoie o estabelecimento de um programa sistemático para implementação do <i>TPM</i> . |
| Williamson (2002) | A implantação do <i>TPM</i> em um equipamento ou processo produtivo que esteja em uma condição segura não trará resultados, pois como se trata de um equipamento de importância menor para o processo, os resultados obtidos não influenciam no desempenho da organização. |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na sua configuração inicial, a *TPM* contava com 5 pilares ou atividades, estabelecidas como básicas para dar sustentação ao desenvolvimento da metodologia que são: a) eficiência; b) auto-reparo; c) planejamento; d) treinamento; e, e) ciclo de vida (PINTO; NASCIF, 2001).

Posteriormente, conforme Pinto e Nascif (2001), foram incluídas mais três atividades ou pilares, quais sejam: manutenção, com vistas à melhoria da qualidade; gerenciamento; segurança; higiene e meio ambiente.

Na Figura 4 pode-se ver os 8 pilares de sustentação da *TPM*:

- 1) melhoria individual dos equipamentos para elevar a eficiência;
- 2) elaboração de uma estrutura de manutenção autônoma do operador;
- 3) elaboração de uma estrutura de manutenção planejada do departamento de manutenção;
- 4) treinamento para a melhoria da habilidade do operador e do técnico de manutenção;
- 5) elaboração de uma estrutura de controle inicial do equipamento;
- 6) manutenção com vistas à melhoria da qualidade;
- 7) gerenciamento; e,
- 8) segurança, higiene e meio ambiente.

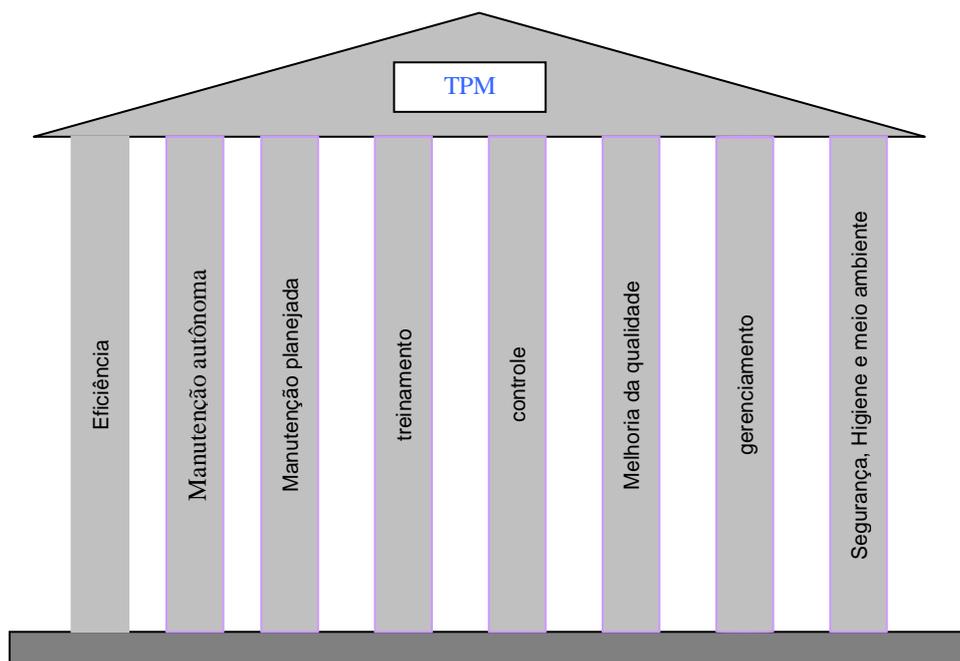


Figura 4: Pilares de sustentação da TPM.

Fonte: Adaptado pelo autor de Nakajima (1988) e Pinto e Xavier (2001).

A TPM objetiva a eficácia da empresa por meio de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos. Também prepara e desenvolve pessoas e organizações aptas a conduzir as fábricas do futuro, dotadas de automação (PINTO; NASCIF, 2001).

Pinto e Nascif (2001) e Nakagima (1988) relatam que a TPM deve adequar o perfil de seus empregados através de treinamentos e capacitação conforme mostrados no Quadro 7.

Segundo Tavares (1999), as empresas precisam reformular e melhorar a estrutura dos processos, dos equipamentos, investimento no treinamento das pessoas, com o envolvimento de todos os níveis hierárquicos e mudança da postura organizacional.

Já Xenos (1998) afirma o envolvimento de operadores dos equipamentos nas atividades de manutenção diária, tais como limpeza e lubrificação, com o objetivo de evitar falhas nos equipamentos.

Quadro 7 - O perfil dos empregados através de treinamento e capacitação.

| Pessoal | Perfil / Capacitação |
|-----------------------|--|
| Operadores | Executar atividades de manutenção de forma espontânea (lubrificação e regulagens) para que possam conduzir a manutenção de forma voluntária. |
| Pessoal de Manutenção | Execução de tarefas na área de mecatrônica (mecânica mais eletrônica) e capacitação dos mantenedores para que atuam nos equipamentos mecatrônicos. |
| Engenheiros | Capacitar os engenheiros para um planejamento, projeto e desenvolvimento de equipamentos que “não exijam, ou precisem de manutenção” |
| Todos | Incentivar a todos para a necessidade de melhorias nos equipamentos e processos. |
| Todos | Aplicar o programa 8S |

Fonte: Adaptado pelo autor de Pinto e Nascif (2001) e Nakajima (1988).

A TPM dirigiu sua atenção para a redução de custos do equipamento no seu ciclo de vida, combinando manutenção corretiva com melhorias sustentáveis e projeto de manutenção preventiva (RIBEIRO, 2004)

Segundo Ribeiro (2004), as empresas tem conseguido, excelentes resultados com o aumento da capacidade de produção, redução de perdas, melhoria da qualidade dos produtos, redução significativa de acidentes nas empresas com a implantação desta ferramenta.

As cinco metas do sistema de manutenção; eficácia, auto-reparo, planejamento, treinamento e ciclo de vida, são apresentados no Quadro 8 a seguir descrito, elaborado com base em Nakajima (1988).

Quadro 8 - Cinco metas do sistema de manutenção: 01- eficácia, 2- auto-reparo, 3- planejamento, 4- treinamento e 5- ciclo de vida. Continua.

| Metas | Tópico | Descrição |
|-------|--|--|
| 01 | Melhorar a eficácia dos equipamentos. | Examinar as instalações para contribuir de forma para a eficácia da produção através desta, eliminar perdas para que não mais ocorram. |
| | Medir a eficácia dos equipamentos . | Por tempo parado, perdas de velocidade ou perdas por defeito. |
| 02 | Realizar manutenção autônoma (auto-reparo) | Permitir que todo pessoal que opera e usa o equipamento possam assumir responsabilidades, pelos menos algumas das tarefas de manutenção básica, para encorajar e assumir responsabilidade de desempenho para a manutenção. |
| | Responsabilidade pela Manutenção em três níveis | Nível de consertos que executa as instruções. Nível de prevenção para antever problemas e realizar ações corretivas para os mesmos. Nível de melhoria para que se possa prever o futuro, para antever os problemas. |
| 03 | Planejar a manutenção | Abordagem de forma elaborada para toda atividade de manutenção. Nível de preventiva necessário para cada peça do equipamento especificado. Padrões para serem feitos na manutenção preditiva, para que as cobrem as responsabilidades do pessoal da operação e manutenção. |
| | Papeis pessoal da manutenção desenvolver. | Ações preventivas. Manutenção corretiva. |
| | Papeis para Pessoal da operação para assumir: | Domínio das instalações. Cuidado com as instalações. |
| | Responsabilidades do pessoal da manutenção para assumir: | Treinar os operadores. Planejar a pratica de manutenção. Solução de problemas. Avaliar a pratica operacional. |
| 04 | Responsabilidades do pessoal da operação para assumir: | Operação correta. Manutenção preventiva de rotina. Manutenção preditiva de rotina. Detecção dos problemas. |
| | Treinar todo o pessoal em habilidades de manutenção relevantes (treinamento) | Papeis e responsabilidade para exigir do pessoal da manutenção para que tenha todas as habilidades para desenhar seus papéis, dando forte ênfase no treinamento adequado e contínuo. |

Quadro 8 - Final.

| | | |
|---|--|--|
| 5 | Conseguir gerir os equipamentos logo no início (ciclo de vida) | Metas devem ser direcionadas, para evitar falhas na manutenção, através de prevenção de manutenção PM (corresponde à causa), de falhas e a manutenibilidade dos equipamentos, durante a fase do projeto, manufatura e instalação. A PM tenta rastrear todos os problemas potenciais de manutenção até sua causa primeira e depois tenta eliminá-los neste ponto. |
|---|--|--|

Fonte: Adaptados pelo autor de Nakajima (1988).

Para Pinto e Nascif (1999), seis são as grandes perdas que diminuem a eficiência do sistema produtivo na implantação da TPM nas empresas, como: quebra, demora, espera, redução de velocidade, defeito de produção e queda de rendimento, conforme apresentadas a seguir.

- Perdas por quebras - são as que contribuem com a maior parcela na queda do desempenho operacional dos equipamentos, os dois tipos são: perda em função de uma falha do equipamento (quebra repentina), ou perda em função de degeneração gradativa que torna os produtos defeituosos.
- Perdas por mudança de linha - são as perdas ocorridas quando são efetuadas a mudanças de uma linha com a interrupção para preparação das máquinas para um novo produto (regulagens e ajustes necessários).
- Perdas por operação em vazio, e pequenas paradas - são as interrupções causadas por problemas na produção ou nos equipamentos, que, normalmente, exigem pronta intervenção do operador para que a linha volte a produzir normalmente, por exemplo: trabalho em vazio pelo entupimento do sistema de alimentação, ou sobrecarga em algum equipamento ocasionando seu desligamento
- Perdas por queda de velocidade de produção - são provocadas por condições que levam a trabalhar numa velocidade menor, ocasionando perda. Exemplos: desgaste localizado obriga a trabalhar com velocidade 15% menor, superaquecimentos em dias quentes, vibração excessiva.

- Perdas por produtos defeituosos - são aquelas oriundas de qualquer retrabalho ou descarte de produtos defeituosos. Essa perda deve incluir tudo aquilo que foi feito além do programado.
- Perdas por queda no rendimento - são as perdas devidas ao não aproveitamento da capacidade das máquinas, equipamentos ou sistemas, causados por problemas operacionais. Exemplos: falta de matéria prima, instabilidade operacional que pode provocar situações como perda de especificação de produto ou redução de produção.

Na filosofia da TPM outro conceito importante, segundo Pinto e Nascif (1999) e Nakajima (1989), é o da quebra Zero, desde que a quebra seja o principal fator que prejudica o rendimento operacional. A máquina não pode parar durante o período em que foi programada a operar.

Algumas medidas fundamentais para a obtenção e conquista definitiva da quebra zero, ainda segundo Pinto e Nascif (1999), são:

- estruturação das condições básicas para a operação: limpeza, lubrificação e ordem;
- obediência às condições de uso, ou seja, operar dentro das condições e limites estabelecidos;
- regeneração do envelhecimento, por exemplo, recuperar por problemas de envelhecimento, evitar quebras futuras, eliminar as causas de envelhecimento, restaurar os equipamentos, ter o domínio de anomalias como vibração e temperatura;
- sanar os pontos falhos decorrentes do projeto, que significa corrigir eventuais deficiências do projeto original, fazer previsão da vida média por meio de técnicas de diagnóstico;
- incrementar capacidade técnica; e,
- capacitar o elemento humano de modo que ele possa diagnosticar e atuar.

Para Nakajima (1989), JIPM (2002), Palmeira (2002) e Pinto e Xavier (2002), existem alguns princípios básicos que são denominados para cada empresa, em função de sua cultura, e para implementação da TPM, que são os pilares de sustentação:

- melhoria focada ou específica: conceito de manutenção corretiva de melhorias para atuar nas perdas crônicas;
- manutenção autônoma: baseia-se no treinamento teórico e prático recebido, no espírito de trabalho em equipe para melhoria contínua das rotinas de produção e manutenção;
- manutenção planejada: refere-se às rotinas de manutenções preventivas baseadas no tempo ou na condição do equipamento;
- treinamento e educação: refere-se aos treinamentos técnicos e comportamentais para liderança, flexibilidade e autonomia das equipes;
- gestão antecipada: baseia-se nos conceitos de prevenção de manutenção no qual todo o histórico de equipamentos anteriores e similares é utilizado mais adequadamente para confiabilidade e manutenibilidade;
- manutenção da qualidade: refere-se à interação da confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos e a capacidade de atendimento da demanda;
- segurança, saúde e meio ambiente: depende da atuação dos demais pilares, da melhoria contínua das condições do trabalho, da redução de riscos de segurança e ambiental;
- melhoria dos processos administrativos: utiliza os conceitos de organização e eliminação de desperdícios nas rotinas administrativas.

Para que seja implementada com sucesso e se obtenham os resultados esperados, faz-se necessário cumprir as etapas descritas por Nakajima (1989), Palmeira (2002), Pinto e Nascif (1999) e Tavares (1999), que, em geral, nas 12 etapas, conforme Quadro 9, requerem aproximadamente 3 anos para a implementação, e podem ser agrupadas em quatro fases, conforme descrito no referido Quadro.

Conforme Xenos (1998), a TPM é um sistema de gerenciamento da produção em que a manutenção exerce um papel principal, e o principal fator dado a ela é treinar os operadores nas ações preventivas destas empresas.

Quadro 9 - Etapas e fases de implantação da TPM.

| | | Etapas | Tópicos |
|---------------------------------|--|---------------|---|
| Preparação 1ª fase | Ambiente propício | 1 | Comprometimento da etapa, alta gerencia. |
| | | 2 | Campanha de difusão do método. |
| Introdução 2ª fase | Lançamento do projeto Elemento motivador | 3 | Definição dos coordenadores. |
| | | 4 | Definição da política básica. |
| | | 5 | Elaboração do plano piloto. |
| Implantação 3ª fase | Melhoria da eficiência Global dos equipamentos e sistemas | 6 | Início da implantação. |
| | | 7 | Treinamento de operadores. |
| | | 8 | Preparação dos procedimentos. |
| Consolidação 4ª fase | Manutenção dos resultados e candidatura ao premio Excelência do JIPM | 9 | Estruturação do setor de manutenção. |
| | | 10 | Desenvolvimento e capacitação do pessoal. |
| | | 11 | Medição de resultados. |
| | | 12 | Implantação completa - auditoria. |

Fonte: adaptado pelo autor de Nakajima (1989), Palmeira (2002), Pinto e Nascif (1999) e Tavares (1999).

Pesquisa realizada pela ABRAMAN, de 1995 a 2007, junto a dezenas de empresas brasileiras, sobre a questão da qualidade e da competitividade, permite identificar a utilização da TPM e 5S entre as empresas respondentes mais expressivas. Essa pesquisa é realizada a cada dois anos.

Como amostra da ABRAMAN, pode se ver pelo resultado da pesquisa, que em 7 anos a TPM representou 14,54%, e o programa 5S, atualmente denominado 8S, representou 38,6%.

Pela importância demonstrada no quadro, abordar-se-á no próximo capítulo o Programa 8S que, juntamente com a TPM, representam mais da metade dos resultados, ou seja, 53,14%, como podem ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 - Utilização da TPM e do 5S entre as empresas respondentes, realizadas para promover a qualidade e a competitividade (resultados em %)

| ANO | TPM | 5S | SIX SIGMA | CCQ | FMEA | RCFA | RCM (MCC) | Outros | Total |
|------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| 1995 | 21,61 | 39,83 | 0 | 17,37 | 0 | 0 | 0 | 21,19 | 100 |
| 1997 | 18,50 | 46,24 | 0 | 12,14 | 0 | 0 | 2,89 | 20,23 | 100 |
| 1999 | 5,62 | 40,45 | 0 | 16,29 | 0 | 0 | 5,62 | 16,85 | 100 |
| 2001 | 14,61 | 37,90 | 0 | 11,41 | 0 | 0 | 17,35 | 18,72 | 100 |
| 2003 | 16,15 | 37,50 | 5,73 | 8,33 | 0 | 0 | 20,31 | 11,98 | 100 |
| 2005 | 15,20 | 41,18 | 7,15 | 10,78 | 0 | 0 | 15,20 | 9,80 | 100 |
| 2007 | 10,09 | 27,22 | 0,92 | 0 | 22,02 | 17,13 | 18,65 | 3,98 | 100 |
| Total | 101,78 | 270,32 | 13,80 | 76,32 | 22,02 | 17,13 | 80,02 | 102,75 | 700 |
| Análise, 7 anos | 14,54 | 38,6 | 1,97 | 10,9 | 3,14 | 2,44 | 11,43 | 16,98 | 100 |

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado da ABRAMAN (2007)

2.2.3 Prática 8S

A prática 8S é originária do Japão, e é aplicada como base para desenvolvimento do Sistema de Qualidade e da TPM. O nome, antes 5S, e hoje 8S, deriva do fato de que as 8 palavras que definem as principais atividades começam com a letra S, conforme pode ser verificado no Quadro 10.

A prática do 8S pode ser definida como uma estratégia de melhoria, pois potencializa e desenvolve as pessoas para pensarem no bem comum, promovendo:

- melhoria da qualidade, produtividade, do ambiente do trabalho, moral dos empregados e da disciplina;
- prevenção de acidentes, redução de custos, conservação de energia, incentivo a criatividade;
- senso de equipe, maior participação de todos os colaboradores.

Falconi Campos (1999), também relata que esta prática promove a melhoria das pessoas a um ambiente da economia, organização, limpeza, disciplina, fatores fundamentais à elevada produtividade.

Quadro 10 - Definição das atividades do programa 8S (Japonês, Inglês, Português).

| Números 8S | Japonês | Inglês | Português | Fases |
|-------------------|----------------|----------------------|-----------------------------|--|
| 1S | Seire | Sorting | Senso de Organização | Manter o necessário. Racionalizar espaços. Eliminação de excessos de materiais. Eliminação de desperdícios. Seleção em função da frequência. |
| 2S | Seiton | Systematization | Senso de Ordem | Manter as ferramentas, materiais em condições de fácil utilização. Uniformizar arquivos, estoques e documentos. Facilitar para arquivar, estocar, pegar, e retornar ao lugar após uso. |
| 3S | Seiso | Sweeping | Senso de Limpeza | Manter local de trabalho limpo. Trabalho mais seguro, agradável, participação de todos. Eliminação de improvisos nos equipamentos e instalações. |
| 4S | Seiketsu | Sanitizing | Senso de Asseio (Higiene) | Manter a saúde física e mental. Cuidar da higiene corporal. Cumprir normas de segurança. Praticar esportes. Manter local e áreas de uso comum limpos. |
| 5S | Shitsuke | Self Discipline | Senso de Disciplina | Fazer o combinado. Cumprir as normas. Ser bom na sua atividade. Cumprir as regras estabelecidas. Ser participativo nos eventos da empresa. Cumprir horários e padrões estabelecidos. |
| 6S | Shido | Train | Senso de Treinar | Buscar constantemente o treinamento na barreira comercial. |
| 7S | Seison | Eliminate the losses | Senso de Eliminar as perdas | Eliminar as perdas. |
| 8S | Shikari Yaro | Perform | Senso de Realizar | Realizar com determinação e organização. |

Fonte: Adaptado pelo autor do site: [www.senai.br/.../Curso%20Virtual%20Vision%20-%20a%20apostila\(Word\).Pdf](http://www.senai.br/.../Curso%20Virtual%20Vision%20-%20a%20apostila(Word).Pdf) – acesso em 20/3/2011.

Também, como na implantação da TPM, primeiramente é necessário que todos os colaboradores, encarregados, supervisores e dirigentes da empresa participem. Posteriormente, surgem as etapas de implantação mostradas no Quadro 11.

Quadro 11 - Etapas de implantação do 8S nas organizações.

| Números | Etapas | Definição |
|----------------|--|---|
| 1 | Preparar a organização | Compromisso do alto escalão. Divulgação da programação. Definição do coordenador responsável. |
| 2 | Treinar e Educar | Preparar monitores. Treinar supervisores e executores. |
| 3 | Levantar problemas e soluções | Estabelecer diretrizes em organização, ordem e limpeza. Promover a participação de todos. Levantar e priorizar os problemas. Elaborar um plano de ação. Fazer um cronograma de ações. Implementar as soluções. |
| 4 | Acompanhar a implementação | Planejar e realizar auditorias, estabelecer metas. Fazer inspeções de rotinas e dar instruções ao pessoal. |
| 5 | Promover o 8S | Promover as pessoas e locais onde o 8 S está melhor. Promover visitas de outros setores, os quais apresentam melhora no projeto do programa. |
| 6 | Interação de resultados de todos os envolvidos | Planejamento, organização e administração. |

Fonte: adaptado pelo autor do curso SENAI (2011).

2.2.4 Multiespecialização ou polivalência

Segundo Xavier (2010), nos EUA é bastante nítida a preocupação que todos têm em situar que empresas sejam excelentes, ou melhores do mundo, apoiados nessa necessidade a manutenção nas empresas buscam a melhoria contínua, de modo constante, utilizando-se sempre das melhores práticas e novas estratégias adotadas no mercado.

As empresas têm adotado novas estratégias para ficarem mais competitivas, e o trabalhador está sendo questionado a mudar antigos hábitos e buscar um conjunto de novas habilidades (PINTO; XAVIER, 1999).

Estas mudanças culturais exigem um nível de performance mundial (praticar *benchmarks*), aplicar técnicas modernas, estar nivelado por todos os dados que o sistema de preditiva colhe e armazena em análises, estudos e proposições de melhorias, evoluir mais rápido que os concorrentes para poder passar à frente. (PINTO; XAVIER, 1999)

Segundo Pinto e Xavier (1999), é imprescindível que os trabalhadores atuais tenham as seguintes habilidades:

- disposição e força de vontade para descobrir novas habilidades,
- conhecimento organizacional,
- conhecimento de computação,
- habilidades interpessoais,
- aumento do espírito de equipe e
- atitudes proativas.

A multiespecialização relatada por Pinto e Xavier, (1999) para as empresas é:

- deixar de ficar consertando continuamente;
- modificar situações permanentes de mau desempenho;
- deixar de conviver com problemas crônicos;
- melhorar padrões e sistemáticas;
- desenvolver a manutenibilidade e a confiabilidade;
- dar apoio ao projeto; e cabe as empresa oferecer aos seus empregados às chances e os recursos necessários para a sua adaptação à nova realidade, a força de trabalho dever ser à força da empresa.

Sintetizando as ferramentas TPM, 5S e multiespecialização segundo Pinto e Xavier (2010), como revisão dos estudos tratados, desenvolveu dentro destas ferramentas, para que as empresas se tornaram manutenção de terceiro mundo para partir daí ser a manutenção de primeiro mundo, é necessário conhecer e rever as dez melhores práticas na manutenção que são as sintetizadas no Quadro 12.

Quadro 12 - As dez melhores práticas na manutenção.

| Número | Descrição |
|--------|--|
| 1 | Rever as práticas de manutenção privilegiando a manutenção predictiva, manutenção detectiva e engenharia de manutenção. |
| 2 | Organizar e trabalhar com times multidisciplinares (manutenção-operação). |
| 3 | Adotar novas políticas de estoque de sobressalentes. |
| 4 | Utilizar efetivamente sistemas computadorizados de gerenciamento da manutenção. |
| 5 | Manter programas de capacitação, reciclagem e adotar multiespecialização. |
| 6 | Trabalhar de modo integrado com as demais funções da empresa: engenharia, suprimentos, operação e produção. |
| 7 | Praticar TPM e 8S. |
| 8 | Utilizar técnicas de análise de falhas para promover melhorias |
| 9 | Utilizar a manutenção centrada na confiabilidade para aprimorar a avaliação e otimizar planos de acompanhamento e intervenção. |
| 10 | Adotar na terceirização, contratos de parceria ou disponibilidade, objetivando melhoria contínua e redução de custos. |

Fonte: Adaptados pelo autor de Xavier (2010).

2.2.5 Gerenciamento e gestão de pneus

Os pneus aplicados aos veículos de uma frota, quanto ao seu desempenho e sofre influência de um grande número de parâmetros (ANIP, 2004).

Para atender as necessidades do transporte, pneus incorporam inúmeras melhorias a cada ano, como por exemplo; chips e sistemas de etiquetagem, que ajudam a monitorar a vida útil do componente (REVISTA FROTA E CIA, 2011).

O retorno desse investimento ocorre através de um trabalho técnico que consiste na análise criteriosa dos Dados para tomada de decisões, obtendo-se como resultado uma maior produtividade (diminuição de veículos parados), maior durabilidade (aumento da vida útil) e, portanto custos menores (ANIP, 2004).

O gerenciamento de pneus consiste no estudo das variações que influenciam diretamente nas performances dos pneus num veículo e na busca das melhores alternativas que possibilitem a aquisição do menor custo por quilometro,

determinando assim a escolha do melhor produto para um dado segmento de transporte (ANIP, 2004).

Segundo a ANIP (2004), o gerenciamento de pneus está dividido em três partes; a) Análise e processo de informações; b) Análise técnica de pneus; e c) Análise de resultados.

O objetivo do gerenciamento de pneus é funcionar como facilitador nas atividades de gestão de pneus, minimizando o tempo de coleta de informações, obtendo dados de alta precisão e extraindo informações úteis desses dados, sendo seus principais objetivos são; redução da compra de pneus, melhor índice de reformas, redução de estoques, redução de custos técnicos e administrativos e uso correto dos pneus (ANIP, 2004).

Portanto, a gestão de pneus é controlar todos os custos relacionados aos pneus, fazer o acompanhamento de sua vida útil, fazer a análise de quilometragem e as principais movimentações que são: o envio e o retorno de pneu da recondicionadora, a transferência de pneus, controle de calibragem, a permuta e a venda de pneus, o rodízio, e os processos de sucateamento e compra dos pneus (GOODYEAR, 2010).

2.2.6 As Práticas de manutenção de pneus

O item pneu representa um custo considerável para as empresas do segmento de transportes rodoviários de cargas, de médias e grandes frotas. No âmbito financeiro, portanto um dos mais críticos em termos de manutenção, conservação, aquisição e controle, pois depende de vários pontos, tais como: as condições das estradas, os preços dos pneus, armazenagens, perdas de pneus durante as operações de transportes, roubos e acidentes.

Para manter-se com um bom controle na manutenção dos pneus, as empresas precisam possuir um bom estoque de reposição, investir em alinhamentos e balanceamentos, terceirizar os pneus consertados e ressolados em boas reformadoras, possuir um bom controle de calibragens, ter um bom programa de gerenciador de pneus, o que mostra a necessidade de um bom controle e gerenciamento para minimizar o impacto nos custos das empresas (KATO, 2005). A vida útil dos pneus depende de vários fatores externos e internos da empresa: conservação ou não conservação do veículo, da forma como o motorista conduz o

veículo, do trânsito, do clima, do relevo, das estradas, do peso da carga transportada, do tipo do veículo utilizado (FABET, 2010).

Segundo Pinto e Xavier (2001), para realização do transporte com segurança, eficácia em atendimento ao cliente, com maior volume e melhor qualidade, a manutenção e os pneus têm que ter uma atividade estruturada da empresa, integrada com todos os setores operacionais, que forneçam soluções para maximizar os resultados esperados.

A parte operacional tem influência direta nos desempenhos dos pneus, por isso a interface de relacionamento do setor é muito importante no comprometimento e na comunicação dos envolvidos, pois não depende só do controle da empresa, mas de todos os envolvidos para atingir as metas e o desempenho esperado (XAVIER; DORIGO, 2010).

Segundo a ANIP (2004), o item pneu é um dos elementos mais importante do veículo, porque:

- é um componente que merece cuidado por parte dos motoristas, pois são eles que ficam o maior tempo com o veículo;
- é um dos custos mais altos das empresas,
- o pneu é que está na ponta final de uma série de sistemas mecânicos do veículo,
- o pneu depende de acompanhamento de performance (CPK) que trazem resultados positivos (custos e benefícios).

ANIP (2004) orienta sobre o limite de segurança, pressão, rodízio de pneus, e apresenta pontos importantes para evitar o desgaste destes.

O pneu não é só um item importante para a performance da manutenção dentro da gestão de frota, mas sim é essencial à segurança. São fabricados para atender aos vários tipos de transportes e sobre diversas condições climáticas e características do sistema viário existente em cada país.

Para garantir confiabilidade, a indústria de pneumáticos realiza investimentos constantes em novas tecnologias com o desenvolvimento de novos produtos, a fim de atender às exigências do transportador e do mercado (ANIP, 2004).

O quadro 13 relata os pontos importantes da ANIP (2004) sobre manutenção e pneus, e também fatores como conservação e manuseio sobre um sistema de gerenciamento mencionado por Schneider (2010).

Quadro 13 – Pontos fortes da manutenção e pneus para o desempenho.

| Pontos Importantes | Dados |
|--------------------------------|--|
| Qualidade | Distinção dos materiais responsáveis pela produção dos pneus. Certificação pelo INMETRO. Certificação da União Européia e do DOT – Department of Transportation dos EUA. Garantia de 05 anos contra defeitos de fabricação. Informações nas laterais dos pneus, dados importantes para controle do transportador quanto á origem do pneu, data de fabricação, tipo de pneu, nome fabricante, medidas de tamanho, de peso, máximo de inflação a ser colocado no pneu. |
| Conselho | Cuidados como, evitar a sobrecarga e manutenção preventiva dos pneus, garantem a segurança, oferecendo rendimento e economia de combustível. |
| Limite de Segurança | Desgaste máximo dos pneus (limite de segurança) é de 1,6 mm de profundidade dos sulcos. A resolução CONTRAN (558/80) afirma que, abaixo dessa medida, o pneu passar a ser considerado liso, é ilegal e o veículo pode ser apreendido. |
| Uso de pneus abaixo limite | Aumento da propensão de derrapagens laterais. O espaço necessário para frenagem aumenta. Não dão drenagens adequadas de água, causando instabilidades e acidentes, além de aumentar o risco de furos e cortes na banda de rodagem. |
| Manutenção mecânica | Pode interferir na quilometragem dos pneus, ocasionando desgastes prematuros e insegurança. Amortecedores ou molas, freios, rolamentos, eixos e rodas agem diretamente sobre os pneus. |
| Balanceamento de Roda | Desconforto ao dirigir, causa perda de tração, de estabilidade, desgastes acentuados em componentes mecânicos e no pneu. Devem-se balancear as rodas sempre que surgem vibrações, na troca ou conserto de pneus ou a cada 10.000km ou 15.000km. |
| Alinhamento de direção | Desvios mecânicos provocam desgastes prematuros de pneus e desalinhamento de direção, deixando o veículo inseguro. Deve-se alinhar quando sofrer impactos na suspensão, na troca de pneus ou quando apresentarem desgastes irregulares, quando forem substituídos componentes da suspensão, quando o veículo estiver puxando de um lado para outro, ou a cada 15.000 a 30.000km. |
| Pressão dos pneus (calibração) | Baixa pressão com a calibragem traz sérias conseqüências para a durabilidade do pneu. É inimigo do pneu, apresenta problemas como, aceleração do desgaste geral do pneu, aumento dos desgastes dos ombros, maiores consumos de combustível, perda de estabilidade em curvas. Apresenta direção pesada e perda de capacidade de manejo e desgastes prematuros dos terminais de direção. Desgaste mais acentuado no centro da rodagem. Perda de estabilidade em curvas. Maior atrito com piso, maior espaço de frenagem. |
| Rodízio dos pneus | Serve para compensar a diferença do desgaste dos pneus, e permite maior durabilidade e eficiência, melhor estabilidade em curvas e freadas. |

Fonte: Adaptado pelo autor da ANIP (2004) e SCHNEIDER (2010).

A *Bridgestone Bandag Tire Solutions* - BBTS (2010), auxilia seus clientes (frotistas e autônomos) oferecendo redução de custos em pneus, reformas e serviços, através da parceria de seus revendedores, contribuindo com indicações para melhorar a manutenção do veículo, conforme mostra o Quadro 14.

Quadro 14 – Pontos fortes para melhorar a manutenção e desempenho em pneus.

| | | |
|-----------------------------------|----|--|
| Setor de Pneus | 1 | Calibrar os pneus quinzenalmente. |
| | 2 | Fazer o rodízio de pneus a cada 10.000km |
| | 3 | Utilizar as medidas de pneus e rodas indicadas pelo fabricante, considerando o emparelhamento de pneus duplos. |
| | 4 | Utilizar o pneu indicado para cada tipo de aplicação. |
| | 5 | Observar periodicamente o indicador de desgaste da rodagem (<i>TWI</i>) |
| | 6 | Não permitir o contato do pneu com derivados de petróleo ou solvente. |
| Manutenção | 7 | Fazer a manutenção preventiva do veículo. |
| | 8 | Observar na triagem o indicador de desgastes de rodagem o <i>TWI</i> (<i>Tread Wear Indicators</i>) |
| | 9 | Alinhar o sistema de direção e suspensão e balancear os pneus. |
| Expedição, Tráfego e Pátio | 10 | Evitar sobrecarga no veículo. |
| | 11 | Evitar a direção agressiva, com freadas fortes e mudanças de direção. |
| | 12 | Comprometimento e comunicação com manutenção e pneus |

Fonte: Adaptado pelo autor, elaborado do BBTS (2010).

A seguir são apresentadas algumas recomendações da Goodyear (2010), transmitidas por meio do boletim de orientação técnica, a fim de que se dê maior atenção ao uso correto dos pneus:

- cuidado com a pressão baixa;
- cuidado com a pressão alta;
- mantenha a pressão correta;
- nunca fazer sangria nos pneus quentes;

- geometria veicular (câmbor, alinhamentos das rodas, convergência e divergência e paralelismos dos eixos);
- montagem na roda;
- caster;
- combinação de duplos e espaçamentos entre duplos; e
- câmaras de ar.

As funções segundo a Goodyear (2010), que o pneu deve apresentar como um recipiente de pressão e único ponto de apoio do veículo à superfície da estrada são:

- capacidade de suportar e transportar cargas;
- capacidade amortecedora;
- capacidade de transmissão de torque;
- capacidade de resposta direcional; e
- capacidade de aderência ao solo

O pneu também deve oferecer uma durabilidade satisfatória, proporcionar segurança para o desempenho dos veículos e satisfação dos profissionais de transporte, como: baixa resistência ao rolamento e economia de combustível; baixo nível de ruído; possibilidade de ressulcagem e consertos; possibilidade de recauchutagens e capacidade de velocidade alta dentro dos padrões técnicos e legais (Goodyear, 2010).

A Scania (2010), em colaboração com Fundação Adolfo Bósio de Educação para o Transporte - Fabet (2010), no *site* da BBTS (2010), apresenta os cinco ladrões de quilometragem, com base em pesquisa na qual mapearam os cinco maiores fatores que reduzem a vida útil dos pneus, tais como:

- a) alinhamento incorreto: reduz a quilometragem em até 25%;
- b) balanceamento incorreto: reduz a quilometragem em até 20%;
- c) controle de pressão inadequado: reduz a quilometragem em até 25%;
- d) desenho de banda inadequado: reduz a quilometragem em até 40%; e
- e) emparelhamento inadequado: reduz a quilometragem em até 25%.

Para obter um bom rendimento do pneu, o condutor do veículo tem que manter uma boa regularidade de marcha, evitando acelerações e frenagens bruscas e desnecessárias, assim mantém o veículo em velocidade constante durante o percurso, sendo que o desgaste a uma velocidade de 105 km/h é 50% maior do que a 80km/h. (Bridgestone, 2011). Saber conduzir conforme o andamento do trânsito em trechos urbanos, em paradas constantes, lombadas e semáforos (hora de pico das grandes cidades), evita o uso excessivo dos freios e o superes aquecimentos dos pneus.

O uso excessivo de freio em declives aquece os talões do pneu, causando queima, trincos e estouros. Em traçados montanhosos o desgaste é duas vezes maior do que em traçados planos, segundo Bridgestone (2011). No sentido de topografia, nos trechos de serra e de montanha, o desgaste de pneus é mais rápido do que em planícies.

Os trabalhos de Haviaras (2005) e Dario (2009), que analisaram sucatas de pneus em empresas, apontam um número excessivo de pneus retirados por quebra devidos a fortes impactos, penetrações e avarias em pistas, devido a abalroamentos contra guias e obstáculos, cabeceira de pontes e buracos. As manobras apertadas, os veículos trucados e carretas vanderléias (eixos separados), bem como pranchas de quatro eixos, causam mais arraste nos pneus, levando a desgastes irregulares em pontos variados da rodagem, a separação de cintas e a arrancamento na banda de rodagem.

A pressão é o ponto principal na gestão de pneus, pois é o ar que sustenta o peso do veículo e da carga. É também o modo mais barato das empresas investirem no controle e manutenção dos pneus, que trarão resultados eficazes na redução de custo com esse item (Goodyear, 2010).

Todo motorista deve ter como preocupação uma eventual sobrecarga nos pneus, pois uma determinada pressão de enchimento e, de acordo com sua medida e aplicação no eixo, um pneu suportará uma determinada carga. No entanto, quando essa carga é excedida (sobrecarga), o pneu pode perder quilometragem, provocando perda de recapabilidade, aumento do consumo de combustível, fadiga da carcaça, aumento da resistência do rolamento. Vale ressaltar que a sobrecarga de 20% leva a uma perda média de 30% da vida útil, ou, o pneu só atinge 70% de seu desempenho (Goodyear, 2010).

Nota-se que para um melhor desempenho nos pneus e para controle e gerenciamento faz-se necessário que os clientes frotistas e autônomos busquem auxílio junto aos fabricantes (Bridgestone, Michelin, Goodyear, Pirelli, Continental e seus revendedores), que oferecem suporte e soluções de acompanhamento, de gerenciamento para a redução de custo em pneus, reformas e serviços. Devem, também, buscar auxílio técnico junto aos revendedores dos fabricantes dos veículos como: Scania, Volvo, Mercedes, Iveco, Volkswagen, para os mesmos procedimentos.

Os fatores que reduzem a vida útil dos pneus de forma inadequada, ou os cinco ladrões de quilometragem, segundo a Revista Scania (2010), são: a) alinhamento; b) balanceamento; c) controle de pressão; d) desenho de banda de rodagem; e) emparelhamento.

São compostos de:

- I. alinhamento do eixo dianteiro: é única condição que exige pela legislação de trânsito, CONTRAN (558/80), (Conselho Nacional do trânsito) pneus novos, sob pena de multa e apreensão do veículo, o desalinhamento do eixo dianteiro é o que mais afeta a vida dos pneus em serviço, uma vez que provoca o arraste dos pneus causando desgastes;
- II. convergência é quando os pneus aplicados no eixo dianteiro estão fechados;
- III. divergência é quando os pneus aplicados no eixo dianteiro estão abertos;
- IV. alinhamento entre eixos (dianteiro, tração e trucks e livres) formam ângulos retos com o plano longitudinal do veículo.

O primeiro item, alinhamento do eixo dianteiro, é o que mais afeta a vida dos pneus em serviço (é a única posição em que o pneu está sozinho e precisa ser novo). Conforme a Figura 5, apresentada a seguir, os tipos de desgastes mais comuns encontrados são:

- desgaste acentuado no centro do pneu;
- desgaste acentuado nos cantos (ombros) dos pneus;
- quebra ou arrancamento de pedaços dos pneus;

- desgaste tipo côncavo do lado direito do pneu;
- desgastes acentuados do lado esquerdo do pneu;
- desgaste acentuado e oblíquo do pneu;
- desgaste tipo, freada; e
- condição excelente do pneu, nenhum desgaste aparente.

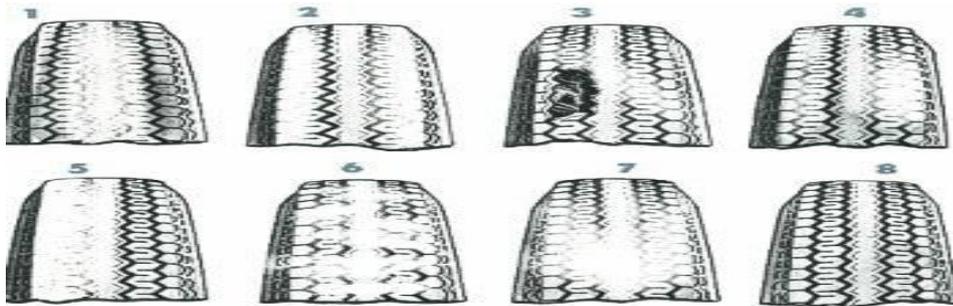


Figura 5: Diferentes tipos de desgastes dos pneus.

Fonte: Elaborado pelo autor, segundo CTBM (2009).

Os defeitos mecânicos que afetam os pneus no primeiro eixo são os terminais de direção com folga, às avarias nas barras de direção e nos braços auxiliares, que tendem a gerar problemas de convergência, provocando desgastes irregulares escamado dos pneus, conforme Figura 5, pneu nº 6. O empenamento do eixo anterior dianteiro tende a provocar problemas de camber e um desgaste irregular acentuado em um dos ombros dos pneus, conforme figura 5, pneu nº 5.

Já o segundo item, convergência, é quando os pneus aplicados no eixo dianteiro estão fechados, conforme mostra a Figura 6 (A).

O terceiro item, divergência, é quando os pneus aplicados no eixo dianteiro estão abertos, conforme a Figura 6 (B).

O quarto item, alinhamentos entre eixos: dianteiro, tração e livre existem quando os eixos formam ângulos retos com o plano longitudinal do veículo. Se um dos eixos está desalinhado, seja ele traseiro, dianteiro ou livre, o efeito aparecerá com maior incidência sobre os pneus do eixo dianteiro.

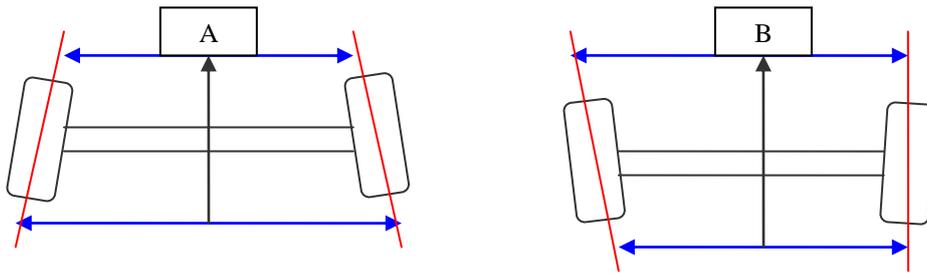


Figura 6: (A) Convergência pneus dianteiros; (B) Divergência de pneus dianteiros

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de CBTM (2009).

Os pneus dos eixos também sofrerão desgastes por arraste devido às constantes correções de trajetórias do veículo e manobras bruscas, conforme mostra a Figura 7, alinhamento incorreto e alinhamento correto.

O alinhamento incorreto dos eixos forma ângulos com o plano longitudinal do veículo.

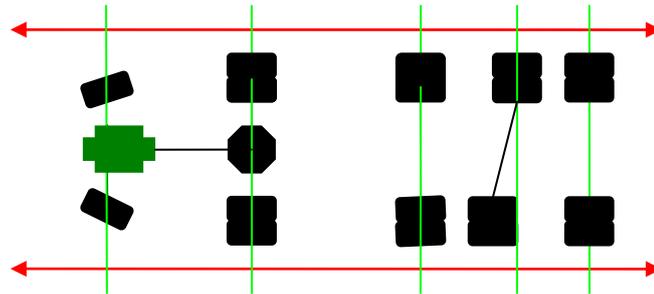


Figura 7: Alinhamento incorreto dos eixos do veículo de reboque

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do CBTM (2009)

O alinhamento dos eixos de forma correta não formam ângulos com o plano longitudinal do veículo, conforme a Figura 9.

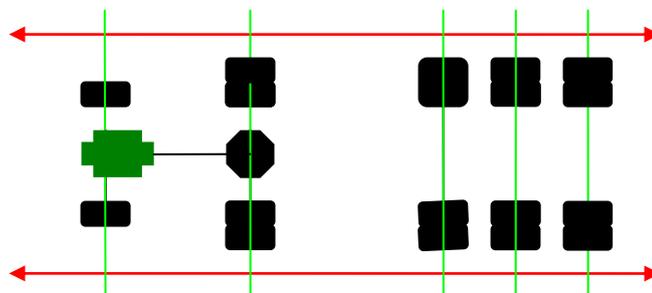


Figura 8: Alinhamento dos eixos de forma correta do veículo e do reboque.

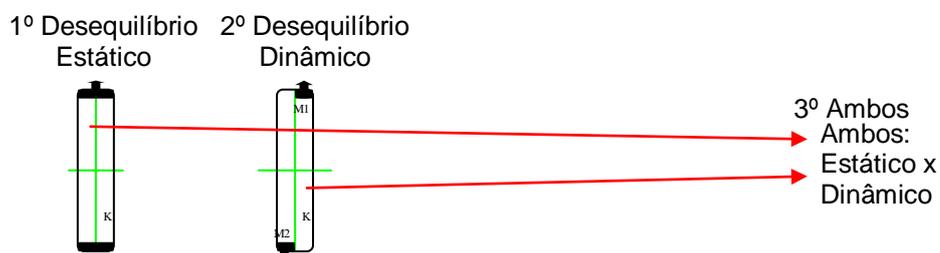
Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado CBTM (2009)

A falta do balanceamento reduz a quilometragem e pode de ser de três tipos:

- 1) **desequilíbrio estático**, é o comportamento igual à sensação de uma roda ovalizada. O setor mais pesado do conjunto roda/pneus dará golpes contra o solo a cada volta da roda, surgindo os sintomas de trepidações do desbalanceamento estático, que tenderão a causar desgastes mais acelerado dos rolamentos do cubo e amortecedores;
- 2) **desequilíbrio dinâmico**, produz uma vibração lateral do conjunto roda/pneus, perceptível ou não ao volante, resultando em um esmerilhamento da banda de rodagem contra o solo, causando um desgaste mais acelerado dos terminais de direção e rolamentos do cubo;
- 3) **ambos**.

Conforme ilustrado na Figura 09, as três formas de desequilíbrio são identificados conforme CTBM, (2010).

O desbalanceamento, além de ser desconfortável ao volante, causando vibrações, veículo fica puxando para os lados, ou movimento de um lado pra outro, causando um desgaste irregular e prematuro dos pneus, dos rolamentos do cubo e dos amortecedores. O desbalanceamento estático de 100 gramas, em um conjunto do aro 20, a 80 km/h , produz um desbalanceamento dinâmico de 74.000 gramas, ou 74 kg, conforme Figura 9 (GOODYEAR, 2010).



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do CTBM (2009).

Figura 9: Desequilíbrio estático e dinâmico.

O controle de pressão de forma inadequada reduz a quilometragem dos pneus na ordem de 30%, conduzindo a uma perda média de 50% na sua vida útil. Já com excesso de 30% de peso, perde 15% da vida útil. A pior condição é a falta

de pressão, que acelera o desgaste e aumenta o consumo de combustível, além de reduzir a recapabilidade, por isso é um dos fatores mais importantes para a boa manutenção preventiva do pneu (GOODYEAR, 2010).

Os pneus devem ser calibrados quinzenalmente, sempre frios, utilizando a pressão adequada ao tipo de pneu e peso transportado, estipulado pelos fabricantes (BRIDGESTONE, 2010; GOODYEAR, 2010). A perda de pressão de ar é normal nos pneus, conforme já explicado anteriormente (fuga do oxigênio, podendo chegar até 2 lbs/pol² por mês com o veículo em serviço) (BRIDGESTONE, 2010).

Existe uma tabela de pressão recomendada para os pneus relacionados a cargas, que é a base correta para a calibragem dos pneus. É recomendado pela ALAPA, (2004) que nunca se deve fazer sangria dos pneus quentes para a calibração, deve sempre usar tampinhas nas válvulas para evitar que o pó se aloje na entrada do bico do pneu. Assim, a poeira quando entra pelo núcleo, risca a sede e causa vazamento no momento de calibragem. Dessa forma, o núcleo deve sempre ser trocado quando houver vazamento. Já os anéis de borracha na fixação do bico do pneu também devem ser trocados caso haja ressecamento (contato bico com a campana, provocando superaquecimento e vazamento de ar na falta de aperto do bico) (GOODYEAR, 2010).

Os diferentes tipos de pressão por inflação segundo Goodyear, (2010) são:

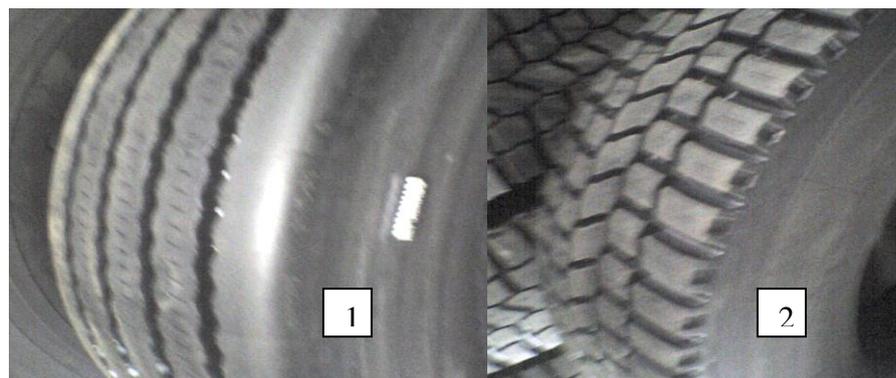
- na baixa pressão o pneu se flexionará e não terá um assentamento correto sobre o solo, desgastando-se mais nos ombros e perdendo o contato necessário para tração e aderência adequada,
- o uso da calibração adequada, conforme recomendação dos fabricantes e a realização da calibragem a cada 15 dias, condiz a correto contato do pneu sobre o solo;
- alta pressão ou excesso de pressão causa um arqueamento irregular do pneu, resultando em perda de contato e aderência. Também desgasta mais o centro do pneu, deixando-o sofrer mais com o risco de impactos, pois a capacidade de assimilação diminui à medida que o pneu fica mais duro, conforme mostra a Figura 10.



Fonte: Adaptado pelo autor do CBTM (2009).

Figura 10: Diferentes tipos de pressão por inflação.

Também o desenho de banda de rodagem inadequado reduz a vida útil do pneu, pois os diferentes desenhos de bandas de rodagem devem ser respeitados, devido à grande variedade encontrada no mercado. Não se deve misturar em um mesmo eixo pneus com desenhos e marcas diferentes, pois as matrizes originais destes pneus não são iguais, mesmo sendo da mesma medida. Portanto, existem pneus para oferecer dirigibilidade que são os direcionais e para o chamado trem de força, que são os de tração, conforme mostrados na Figura 11.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 11: Tipos de desenho da banda padronizados nas frotas, direcional e de tração. 1 (da esquerda) - desenhos lisos, sulcos menores direcionais, aplicados em eixos livres. 2 (da direita) - desenho com sulcos maiores, aplicados somente em eixos de tração.

Outro fator de redução de custo é o emparelhamento incorreto ou inadequado dos pneus, pois no veículo recebem a mesma proporção de carga. Em outras palavras, os pneus desemparelhados resultam na distribuição desigual da carga, devido à variação de diâmetro dos pneus, pois rodam com a mesma velocidade.

Consequentemente, o resultado será um desgaste rápido e irregular do desenho e sobrecarga num dos pneus, pois fatores como diferença de pressão, abaulamentos das estradas, folgas nos eixos, eixos tortos, também impedem o correto emparelhamento das rodas duplas, conforme mostrado na Figura 12.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 12: Desemparelhamento incorreto dos pneus. (Medição do sulco do pneu fora 13mm, e o sulco do pneu dentro 8 mm)

Para evitar o emparelhamento inadequado de pneus no mesmo eixo, deve-se evitar misturar diferentes desenhos de bandas, misturar diferentes marcas, misturar pneus novos com ressolados, misturar pneus lisos com borrachudos, misturar pneus radiais com diagonais e misturar pneus de diferentes tamanhos (sulco em mm) (BRIDGESTONE, 2010).

Por causa das condições naturais das pistas, os pneus do lado direito, desgastam mais rapidamente, por isso recomenda-se fazer o rodízio para que se obtenha um desgaste uniforme dos pneus (BRIDGESTONE, 2010).

Rodas fora dos padrões e empenadas provocam um desgaste irregular semelhante ao do desbalanceamento, quando se trocam os pneus por outros mais largos, ou quando são trocadas rodas dos veículos balanceados por outras não balanceadas (BRIDGESTONE, 2010).

Em rodado duplo, deve-se atentar para o espaçamento das rodas. O espaçamento incorreto provoca o aumento de calor nos pneus, podendo inclusive levar a atritos entre os flancos (laterais do pneu) , quando da flexão causada por irregularidades na pista (GOODYEAR, 2010).

Cada vez que se troca um pneu com câmara principalmente nos modelos 11.00 R22 e 10.00 R20, deve-se trocar também a câmara de ar, pois a câmara usada fica fadigada e expandida, podendo formar dobras ao ser montada em um pneu novo, podendo a furar ou estourar (GOODYEAR, 2010).

Nos veículos de reboque, nos quais há problemas no controle de quilometragem, por causa de mudança constante de atrelamento, as carretas não tem um aparelho para medir a quilometragem. Isso depende da quilometragem dos

veículos atrelados, sendo um dos grandes problemas das empresas o preço desse aparelho que é muito dispendioso em virtude do grande número de equipamentos.

Os principais problemas mecânicos encontrados são: alinhamentos dos eixos, folgas nos cubos de rodas, folgas nas buchas dos tirantes, suspensão (molas, grampos, bexigas, amortecedores, balanças), empenamento dos chassis e má conservação do veículo e manutenção, além do principal item que é o sistema de freio (molas, patins, lonas e campanas).

Os trabalhos de Haviaras (2005) e Dario (2009), mostram as principais falhas apresentadas nos seus estudos, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Principais falhas apresentadas nas empresas estudadas.

| Descrição da falha | Nº de pneus inspecionados | Haviarias (2005) | Nº de pneus inspecionados | Dario (2009) |
|-----------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|--------------|
| Falha do reparo | 760 | 17,5% | 423 | 3,8% |
| Impacto | 760 | 13,7% | 423 | 11,3% |
| Penetrações e avarias | 760 | 11,9 % | 423 | 9,9% |
| Separação de cinta | 760 | 8,3 % | 423 | 8,9% |

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Haviaras (2010) e Dario (2009).

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que as três principais falhas são: por impacto, penetrações e avarias e separação de cinta.

A quebra por impacto é causada por impacto violento contra obstáculos como: bordas de buraco, cabeceira de ponte, trilhos, guias, entre outros. Esse dano é agravado por velocidade e pressões inadequadas. Dessa forma, deve-se evitar a abordagem direta contra obstáculos. A solução poderia ser a adequação da velocidade e da pressão ao tipo de piso e carga, mostrada na Figura 13.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 13: Quebra por impacto.

O dano da coroa é causado por perfuração de objeto cortante, oriundo da penetração de objeto pontiagudo na região da coroa (banda de rodagem), podendo causar a separação das cintas metálicas ou lonas. Uma solução é verificar periodicamente as bandas de rodagem, retirar objetos alojados e reparar todo dano que atinja as cintas metálicas ou lonas de acordo com as técnicas adequadas, conforme a Figura 14.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14: Perfuração e penetração por objeto cortante.

A separação de cintas pneus radiais é causada pelo deslocamento do pacote de cintas da coroa ocasionando por motivo não identificável. Uma solução é evitar manobras bruscas, ou muito fechadas e fazer varias manobras, ao invés de uma única manobra em lugar apertado, conforme a Figura 15.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 15: Separação de cintas

Portanto, a revisão teórica citada nesta seção, até o momento, propicia apresentar uma definição geral sobre o conceito de gerenciamento de pneus.

Assim, o gerenciamento de pneus consiste no estudo das variações que influenciam diretamente nos desempenho dos pneus num veículo, ou numa frota, e na busca das melhores alternativas que possibilitem atingir o menor custo por quilômetro, determinando a escolha do melhor produto para um dado segmento de transporte.

Já a gestão de pneus é controlar todos os custos relacionados aos pneus, fazer o acompanhamento de sua vida útil, fazer a análise de quilometragem e as principais movimentações que são: o envio e o retorno de pneu da reconcondicionadora, a transferência de pneus, controle de calibragem, a permuta e a venda de pneus, o rodízio, e os processos de sucateamento e compra dos pneus (GOODYEAR, 2010).

3 A MEDIÇÃO DE DESEMPENHO

3.1 Introdução e Conceitos

Esposito (2008) considera o assunto medição de desempenho de muito interesse pelos pesquisadores, (por exemplo, De Toni e Tonchia, 2001 e Neely *et al.* 2005). Conforme abordado em De Toni e Tonchia (2001) e Nelly *et al.* (2005), em virtude das mudanças do panorama competitivo e de inovações que as empresas vêm atravessando, o desempenho do negócio e da operação é afetado na forma como passa a ser avaliado.

Vale ressaltar que as organizações comumente adotam sistemas de medição de desempenho (SMD) para avaliar de forma mais ampla sua *performance*, em diversas áreas de seu negócio, como por exemplo; a) o *Balanced Scorecard* (Kaplan & Norton 1992); b) Sete critérios de desempenho (Sink & Tuttle 1985); c) Desempenho *Quantum* (Hronec 1994); d) sistema de Medição de Desempenho por gestão de processos (De Toni e Tonchia 1996); e) *SMART – Performance Pyramid* (Cross & Linch 1990); e) Sistema de Medição de Desempenho integrado de (Bititci e Turner 1997); f) Sistema de Medição de desempenho de Integrado e dinâmico de (Ghalayini *et al.*1997).

Contudo, encontra-se na literatura um grande número de definições sobre modelos, indicadores, medidas, medição, performances, funções e sistemas de medição de desempenho, evoluções dos SMD, como por exemplo: Hronec (1994); Bond (2001); Kaydos (1991); Goldratt (1996); Kaplan & Norton (1996); Dornier *et al.* (2000); Juran (1995); Rentes *et al.* (2001); Simons (1999); Maskell (1991); entre outros. Dentre a literatura estudada sobre SMD aqui é aprofundado sobre três artigos e uma tese pesquisada, sendo:

- Neely, A., Gregory, M., and Platts, K. (2001), *Performance Measurement Systems Models – a literature review and research agenda*, *Internacional Journal of Operations & Production Management*, vol. 25 nº12, pp.1228 – 1263, 2005.
- Bititci, Umit. S., and Turner, T. (2001), *Dynamics of Performance Measurement Systems*. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20 n. 6, pp 692 – 704, 2000.

- Toni, A. De, and Tonchia, S. (2001), *Performance Measurent Systems, Models characteristics and measures. International Journal of Operations and Production Management, characteristics and measures*, vol. 21 n. 1/2, pp. 46 – 70. 2001.
- Esposto, K. F. (2008), Elementos estruturais para a gestão de desempenho em ambientes de produção enxuta, tese de doutorado de pós-graduação e área de Engenharia de produção, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP). 2008.

Para Neely *et al.*(2005), SMD é um tópico muito discutido, mas raramente é definido como um consenso geral. Bititci *et al.* (2000) relata que existe um grande número de empresas que possuem SMD só centradas em práticas financeiras e de custos. Já De Toni *et al.* (2001) afirmam que o tema SMD está encontrando um crescente interesse em âmbitos acadêmicos e gerenciais. A medição de desempenho pode ser entendida como a criação de métricas para quantificar os resultados das atividades de uma empresa (ESPOSTO, 2008)

Neely *et al.* (2005) define que medição de desempenho é o processo de quantificar a eficiência e a eficácia de uma atividade nas organizações, em que o nível de desempenho do negócio que a organização atinge é uma função da eficiência e eficácia das atividades que são desempenhadas.

Esposto (2008, p.11) afirma que “a eficácia se refere ao ponto em que os requisitos dos clientes são satisfeitos e eficiência é uma medida de quão economicamente os recursos das organizações são utilizados para fornecer um dado nível de satisfação dos clientes”.

Para Bititci e Turner (2000) existe um grande número de organizações que possuem extenso sistema de medição de desempenho baseada em práticas financeiras e de custos. Este autor desenvolve um modelo de gestão mais dinâmico em SMD, que é o sistema de medição integrado.

Para De Toni e Tonchia (2001) a avaliação de desempenho é importante em relação a um padrão não pré-determinado, a melhoria continua e os objetivos a serem alcançadas dentro das empresas.

O SMD é considerado um conjunto de processos e ferramentas para coletar e analisar dados, que apresenta informações sobre o desempenho de uma

unidade organizacional de interesse, que auxilia os gestores, para acompanhar a implementação das estratégias, compará-las com os resultados atuais, com os objetivos e metas estratégicas, possibilitando melhores tomadas de decisões, (ESPOSTO (2008) *apud* SIMONS, 1999 e RENTES, 2001).

Neste contexto pode se definir que a medição de desempenho é: a) um processo de quantificar; b) uma métrica usada para quantificar; e c) um conjunto de métricas para quantificar ambas eficiências e efetividades das ações (NEELY *ET AL.* 2005).

3.2 Modelos (Sistemas) para a Medição de Desempenho

Segundo Esposto (2008 p.12), SMD foram desenvolvidos como meio de manter, monitorar o controle organizacional, importância dada aos indicadores neste controle das operações, no intuito de conhecer e identificar pontos focais críticos que comprometessem o desempenho.

Segundo Bititci e Turner (2000) a pesquisa de seu trabalho remonta meados e final dos anos 1980, onde houve a necessidade de um melhor desempenho de medição integrada, que foram identificados nos estudos de: Johnson e Kaplan (1987); MCNair e Masconi (1987); Kaplan (1990); Drucker (1990); Russell (1992).

Para o estudo de Esposto (2008, p.13), são definidos em duas grandes fases os SMD contemporâneos: a) primeiro, o registro contábil das transações financeiras data de centenas de anos para facilitar as transações comerciais e se estende até a década de 1980, b) Segundo, após esta data o referido autor cita em sua pesquisa: Kaplan e Norton (1997), Johnson e Kaplan (1993), e Dearden *apud* Bond (2002) e Ghalayini *et al.* (1997), que relatam que na época da revolução industrial, setores ferroviários, têxtil, siderúrgico e varejista desenvolveram algumas inovações na medição de desempenho financeiro. Esposto (2008) conclui também que a evolução dos indicadores como a medida de retorno sobre o investimento, os orçamentos de caixa e operacional, foi o sucesso de empresas do século XX, como por exemplo, a *Du Pont* e *General Motors*, onde destaca também as medidas de retorno sobre os ativos (ROA – *Return Over Assets*) e sobre vendas (ROS – *Return Over Sells*), cujos sistemas de medição tradicionais são baseados na contabilidade.

Segundo Bititci e Turner (2000) os indicadores financeiros não reconhecem a integração do negócio, por serem focados em processos de controle isolados. Segundo o mesmo autor existe um grande numero de empresas que possuem SMD baseados em indicadores tradicionais que produzem informações baseadas em dados passados unicamente.

Bititci e Turner (2000) definem que há a necessidade de apoiar e verificar a melhoria de desempenho. Bititci e Turner (2000 *apud* Ghalayini e Noble (1996) e Esposto (2008) apresentam que as limitações dos sistemas de medidas podem ser classificados em duas categorias: a) devido às características comuns das medidas; e b) limitações de certas medidas de desempenho tradicionais, onde os autores apontam as seguintes limitações:

- Mão de obra como direcionador primário de custo;
- Relatórios financeiros fechados mensalmente que baseiam em métricas resultantes de decisões passadas;
- Medidas de desempenho tradicionais não incorporadas à estratégia;
- Medidas tradicionais que tentam quantificar o desempenho e outros esforços de melhoria na parte financeira;
- Relatórios financeiros que requerem uma grande quantidade de dados;
- Medidas tradicionais de desempenho que não são úteis para satisfazer os requisitos dos clientes com produtos de qualidade maior.

Neely *et al.* (2005) afirma que indicadores tradicionais são criticados porque:

- Força a busca por resultados de curto prazo;
- Não apresenta foco estratégico;
- Não considera dados em relação à qualidade, responsividade e flexibilidade;
- Minimiza as variações em relação ao padrão ao invés de buscar melhoria continua;

- Não fornece informações sobre os requisitos dos clientes e concorrência.

Neste contexto, De Toni e Tonchia (2000) salientam que a avaliação de desempenho não é importante para um modelo pré-determinado, mas sim para a melhoria contínua a ser alcançada. Os sistemas de medição de desempenho (sistema de mensuração de *performance*) – PMS, são caracterizados e baseados em mensuração e controle de custos evoluindo para a mensuração e criação de valores, por meio de performance de não custo, ou seja de natureza não exploratória, econômica e financeira, conforme a evolução apresentada no quadro 15.

Quadro 15 - Evolução dos PMS

| PMS Tradicional | PMS Inovador |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Baseado em custo e eficiência | Baseado em valor |
| Troca entre as performances | Compatibilidade de desempenho |
| Orientadas para o lucro | Orientado para o cliente |
| Orientada em curto prazo | Orientada em longo prazo |
| Medidas individuais prevalecem | Prevalência de equipes individuais |
| Medidas funcionais prevalecem | Prevalência de equipes funcionais |
| Comparação com o monitoramento | Monitoramento para melhor padrão |
| Como objetivo de avaliação | Como objetivo de avaliar e envolver |

Fonte: Adaptado De Toni e Tonchia (2001).

De Toni e Tonchia (2001) desenvolveram e validaram um modelo, após avaliarem vários modelos de PMS e considerou três diferentes grupos, cada qual sua conotação arquitetônica específica: verticais, balanceadas e horizontais por processo.

O modelo estrutural de De Toni e Tonchia (2001) diz respeito às características de sistema de medição (*Performance Measurement Systems*, PMSs) e de medidas performance. As medidas de *performance* foram divididas em dois grupos: a) performance de custo, que incluem custo de produção e custo de produtividade e são reconhecidas por terem uma ligação direta com os resultados finais das empresas, que são o lucro líquido e a lucratividade, b) desempenhos não relacionados ao custo, devem ser desmembrados em *performance* de tempo (que

podem ser internos e externos), flexibilidade e qualidade. O desempenho deve ser derivado de estratégia de produção das empresas, sendo utilizado para reforçar a importância de certas variáveis estratégicas e adequado gerenciamento de trocas na manufatura.

Esposto (2008 p. 21 e 22) destaca alguns fatores importantes que impactaram as condições dos ambientes (a globalização, orientação para o cliente, orientação por processos, e alta produtividade), em que as empresas atuam, conforme autores pesquisados e mostrados no Quadro 16.

Quadro 16 – Fatores importantes do ambiente segundo autores pesquisados, adaptado de Esposto (2008)

| Fatores | Neely et al. (2005) | Bititci e Turner (2000) | Kaplan e Norton (1997) | Outros autores citados |
|---|---------------------|-------------------------|------------------------|---|
| Mudança na natureza do trabalho | X | X | | |
| Aumento da competição | X | | X | Dixon et al. (1990) |
| Iniciativas de melhoria específica | | | X | Gualayini & Noble (1996) Suwinjo et al. (2000) |
| Prêmios nacionais e internacionais de qualidade | X | | | Brown (2000) |
| Poder de tecnologia de informação | X | | | Cole (1985) Stein (2001) |
| Processos interfuncionais | | | X | |
| Ligações com clientes e fornecedores | | | X | |
| Segmentação de mercados | | | X | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Esposto (2008) a década de 1990 marcou um intenso desenvolvimento do assunto SMD, em que Esposto (2008 *apud* Neely *et al.*, 1988) chamou de “a revolução da medição” e formalizou as mais variadas opiniões sobre os novos SMDs, que são denominadas e agrupadas por, em quatro categorias:

- CP1 (Position *Check*) - Posição um checar: possibilita aos gestores checar a posição de sua segurança;
- CP2 (Position *Communicate*) – Posição dois comunicar: muitas vezes comunicar a posição é pelo menos, tão importante quanto checá-la.

- CP3 (*Confirm Priorities*) – Posição três confirmar prioridades: dados sobre o desempenho que permite o que deve ser atacado primeiro.
- CP4 (*Compel Progress*) – Posição quatro compelir o progresso: medições por si só não irão melhorar o desempenho.

Bititci e Turner (2000) definem que processo de gestão de desempenho é o meio pelo qual as empresas administram o desempenho de acordo com as estratégias corporativas e funcionais e os objetivos delas. Segundo estes autores, o objetivo deste processo é fornecer um sistema de controle completo em que as estratégias corporativas e funcionais sejam distribuídas para todos os processos de negócios, atividades, tarefas, pessoal, onde as mensagens são obtidas por meio dos SMD para capacitar decisões gerenciais apropriadas. Ainda um SMD bem estruturado, planejado e projetado forma uma base efetiva para o Sistema de Gestão de desempenho (SGD), sendo o SMD utilizado como ferramenta de gestão, conforme Figura 16.

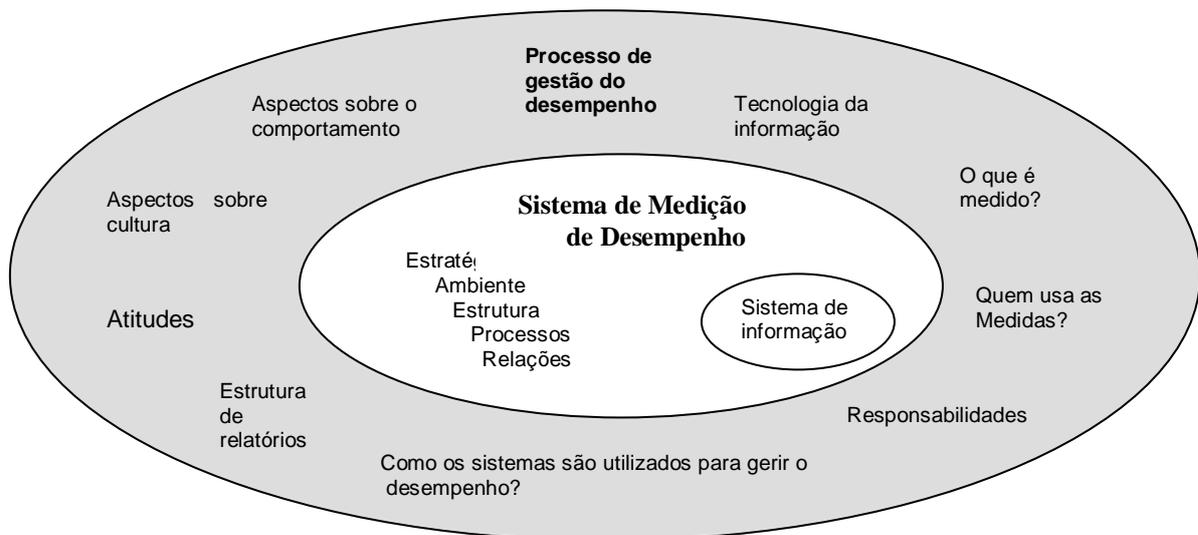


Figura 16: O processo de gestão de desempenho e a posição do sistema de medição do desempenho

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Esposto (2008) *apud* Bititci *et al.*, (1997).

Para Neely *et al.* (2005), medição de desempenho pode ser compreendida como a técnica usada para quantificar a eficiência e eficácia das atividades de negócio. Desta forma, entende-se que, principalmente em empresas de manufatura, o monitoramento das ações deve ocorrer também no nível operacional para permitir que a empresa busque a melhoria contínua e desta forma,

agregue valor aos seus produtos e serviços de acordo com suas prioridades competitivas.

Para Neely *et al.* (2005), um sistema de medição de desempenho pode ser analisados em três diferentes níveis: a) individuais; b) conjunto de medidas de desempenho (como uma entidade); c) relação entre o sistema de medição de desempenho e o ambiente onde está inserido. As medidas de desempenho devem ser analisadas inicialmente de forma individual e em seguida relacionadas em conjuntos para criar o SMD, conforme ilustra abaixo na Figura 17.

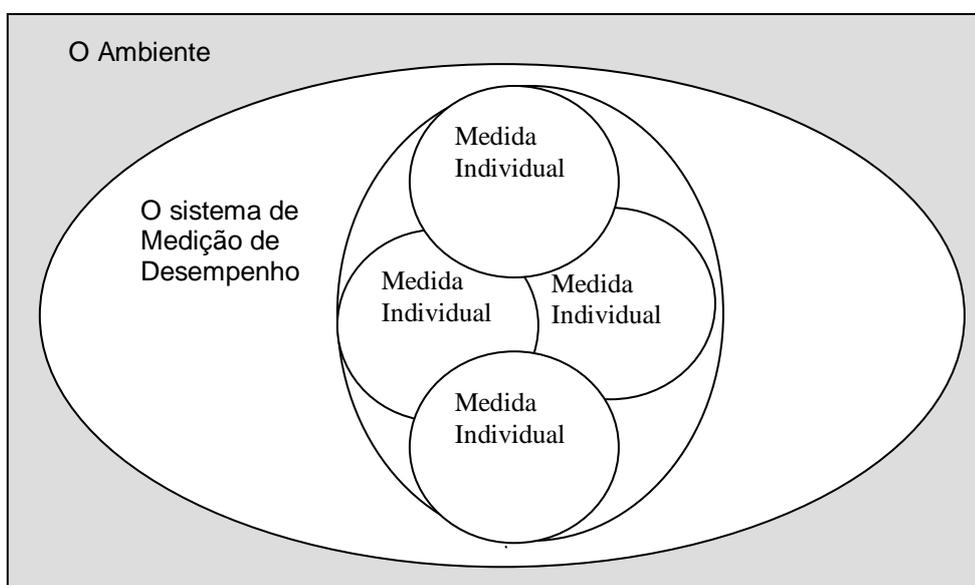


Figura 17: Estrutura para o projeto de um sistema de medição de desempenho

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Neely *et al.* (2005)

Segundo Neely *et al.* (2005), o melhor modelo de avaliação de desempenho é conhecido como *Balanced Scorecard* – BSC, baseia-se no princípio de que um SMD deve fornecer, medir e estabelecer relações de causa e efeito sobre quatro perspectivas sobre processos: financeiros, de clientes, internos e de crescimento. Informações suficientes para abordar as seguintes questões:

- a) Perspectiva financeira; Como é que olhamos para os nossos acionistas?
- b) Perspectiva interna do negócio; O que devemos fazer?
- c) Perspectiva do cliente; Como nossos clientes nos vêem?

- d) Perspectiva do aprendizado e inovação; Como podemos melhorar e criar valor?

Segundo Kaplan e Norton (1997) os sistemas de medida de desempenho não devem focalizar só a melhoria dos processos operacionais existentes, mas sim uma cadeia de valor completa dos processos. Essa cadeia de valor deve estar baseada em um modelo genérico de três partes:

- a) Inovação; (desenvolvimento de solução para as necessidades atuais e futuras dos clientes)
- b) Operações; (prestação de serviço e entrega de produtos aos clientes)
- c) Pós-venda; (serviço prestado que complementa o valor proporcionando aos clientes pelos produtos e serviços da empresa)

Tal modelo genérico aplicado ao *Balanced Scorecard* – BSC, proporciona que os requisitos de desempenho de processos internos decorram das outras perspectivas de medição, não focalizando apenas o monitoramento e melhoria dos indicadores de custo, qualidade e tempo dos processos (KAPLAN; NORTON, 1997).

Para isso o BSC deve apresentar um conjunto balanceado de medidas financeiras e não financeiras, vinculadas às quatro perspectivas importantes para o negócio das empresas: finanças, clientes, processos internos, aprendizagem e crescimento (KAPLAN; NORTON, 1997).

Posteriormente o BSC se tornou um sistema de gestão estratégica, as perspectivas mudaram para: financeira, cliente, processos internos, aprendizagem e crescimento, conforme a Figura 18 (KAPLAN; NORTON, 1997).



Figura 18: O Balanced Scorecard (BSC)

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado pelo de Kaplan e Norton, 1997.

- **Perspectiva Financeira:** Indicam se a estratégia da empresa, sua implementação e sua execução estão contribuindo para a melhoria dos resultados financeiros. Estão normalmente associados à maneira como os acionistas avaliam a lucratividade da empresa.
- **Perspectiva dos clientes:** permitem que os executivos identifiquem os segmentos de clientes e mercados nos quais a empresa competirá e como os clientes percebem a empresa, normalmente estão associados à satisfação de clientes.
- **Perspectiva dos processos internos do negócio:** avaliam os processos internos que terão maior impacto na satisfação dos clientes e no atendimento dos objetivos financeiros.
- **Perspectivas do aprendizado e crescimento:** identificam medidas para orientar o aprendizado e o crescimento organizacional quanto à capacidade dos funcionários, dos sistemas de informação e motivação e alinhamento com a estratégia do negócio.

Segundo Kaplan e Norton (1997), o BSC reflete o equilíbrio entre o objetivo de curto e longo prazo, entre medidas financeiras e não financeiras, entre

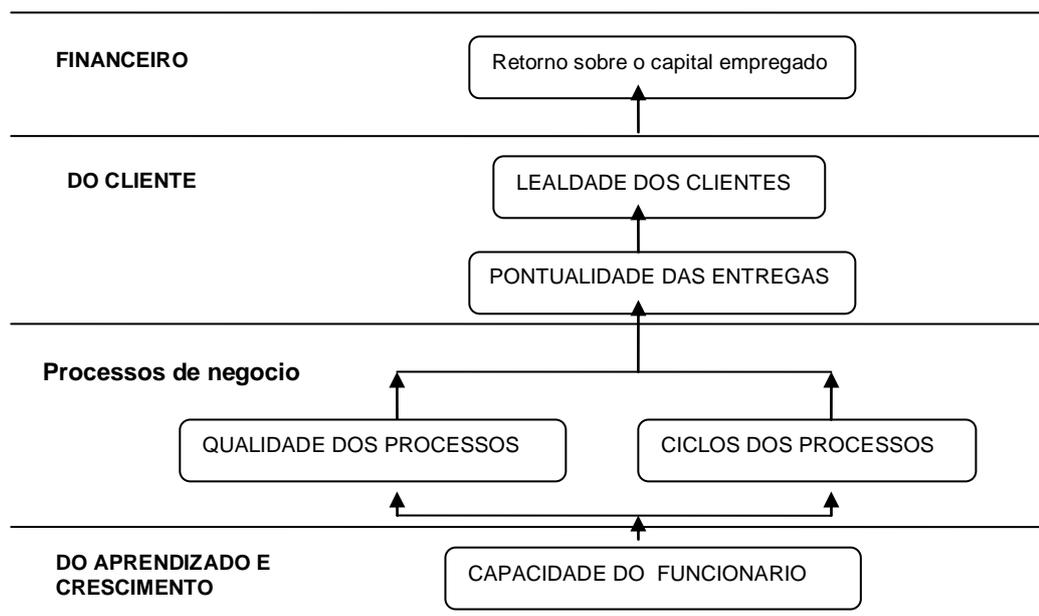
indicadores de tendências e ocorrências e, ainda entre as perspectivas interna e externa de desempenho.

A criação do BSC deriva dos objetivos estratégicos da empresa, a partir da definição de visão, missão e estratégia. A perspectiva financeira é a base para as outras perspectivas do BSC, sendo que as outras perspectivas devem ter relacionamentos de causa e efeito com essa.

Esposito (2008 p.100) cita que os objetivos e medidas para as demais perspectivas do BSC, são derivados dos objetivos financeiros, e que essas medidas devem ter uma relação direta com a estratégia e se interligar.

Uma cadeia de causa e efeito do painel de indicadores financeiros e não financeiros deve permear todas as quatro perspectivas do BSC.

A figura 19 apresenta um exemplo de da cadeia de relações de causa e efeito dessas perspectivas.



Fonte: Adaptado pelo autor de KAPLAN e NORTON (1997).

Figura 19: Exemplo de uma cadeia das relações de causa e efeito no BSC.

A integração das medidas do BSC à estratégia está baseada, segundo Kaplan e Norton (1997), em três princípios:

- 1) Relação de Causa e Efeito: os sistemas de mensuração devem explicar a sequência das relações (hipóteses) entre os objetivos (medidas) nas diversas perspectivas de modo que possa ser

gerenciada e validada a relação de causa e efeito entre as medidas de resultados e os vetores de desempenho destes resultados.

- 2) Resultados e vetores de desempenho: deve haver uma combinação adequada de resultados (indicadores de fatos) e vetores de desempenho (indicador de tendências) da estratégia da unidade de negócios.
- 3) Relação com os fatores financeiros: deve ser relacionado como as melhorias nas três perspectivas (cliente, processo, aprendizado e crescimento) se relacionam com um melhor desempenho financeiro, através de maiores volumes de vendas, maiores margens operacionais e redução dos custos operacionais.

Esposito (2008, p.101 *apud* Neely; Adams, 2000) cita outro modelo que tem acrescentado muito as discussões sobre o assunto medição de desempenho, sendo este o modelo *Performance Prism*, baseado em que o desempenho do negócio é um conceito de múltiplas faces.

O modelo *Performance Prism*, segundo Esposito (2008 p. 102), possui cinco faces, sendo; a) a face superior à satisfação de grupos relacionados direta ou indiretamente com as decisões e resultados da empresa, chamados de *stakeholders*, b) a inferior a contribuição dos *stakeholders* e c) as três faces laterais que são; estratégias, processos e habilidades e competências.

Ainda Esposito (2008, p. 103 *apud* Neely e Adams 2000) cita que o maior engano da medição de desempenho (MD) é que as medidas devam derivar da estratégia, esta abordagem é o contraste entre a *Performance Prism* e o BSC. As MD são projetadas para informar se a empresa está se movendo na direção certa e seus gerentes estão cumprindo seus objetivos e a estratégia orienta para alcançar estes objetivos, mostrando qual o caminho a percorrer.

Esposito (2008, p. 104) conclui dos autores citados, que cinco perspectivas interligadas são identificadas para o projeto de medidas, que são: a) satisfação dos *stakeholders*, b) estratégias, c) processos, d) habilidades e competências (capabilidades), e) contribuição dos *stakeholders*.

Vale ressaltar que estes modelos são propostos como referencia na estruturação de sistemas de medição e gestão de desempenho, empresa no todo ou parte dela. (Esposito 2008, p. 105,)

O outro modelo a ser definido é o *Strategic Measurement Analysis and Reporting Technique – SMART*, apresentado no estudo de Esposto (2008 p. 41 apud CROSS; LYNCH, 1989), sendo um dos primeiros estudos dos novos SMD.

Nesse modelo Esposto (2008) apud CROSS; LYNCH (1989) apresenta que os objetivos estratégicos são tratados nas empresas de cima para baixo (*top down*) e disponibiliza as medidas de baixo para cima (*bottom up*), como base da pirâmide de desempenho, as medidas operacionais, são as chaves para alcançar os resultados de nível mais alto (ESPOSTO, 2008), sendo estas definidas na próxima seção.

3.3 Medidas de Desempenho de Operações

Definem a estratégia de negócios para o nível operacional e possibilitam um alinhamento entre a alta administração e operadores no chão de fábrica (BITITCI e TURNER, 2000) e tem como principal objetivo medir quanto à organização atinge suas metas pela estratégia do negocio e pela estratégia das operações.

Na sua maioria, organizações buscam suas metas através da satisfação do cliente com melhor eficiência e eficácia que seus concorrentes. A eficácia está relacionada com atendimento às exigências dos clientes, e a eficiência é a medida econômica de que a organização utiliza seus recursos para satisfazer este mercado. (NEELY ET AL. 2005)

Slack (2000) define algumas medidas de desempenho das operações, mostrados no Quadro 17. Tais medidas têm como objetivo principal medir quanto à organização está próxima de suas metas estabelecidas, pela estratégia dos negócios e pela estratégia de operações.

Segundo Kardec *et al.* (2002), os indicadores de manutenção são desenvolvidos e utilizados pelos gerentes visando atingir as metas operacionais definidas pelas empresas.

Quadro 17 - Medidas de desempenho de operações.

| Objetivo de Desempenho | Medidas |
|------------------------|--|
| Qualidade | Número defeitos por unidade. Nível de reclamação de consumidor. Nível de refugo. Alegações de garantia. Tempo médio entre falhas. Escore de satisfação do consumidor. |
| Velocidade | Tempo de cotação do consumidor. Lead time de pedidos. Frequência de entregas. Tempo de atravessamento real versus teórico. Tempo de ciclo. |
| Confiabilidade | Porcentagem de pedidos entregue com atraso. Atraso médio de pedidos. Proporção de produtos em estoque. Desvio médio de promessa de chegadas. Aderência de programação. |
| Flexibilidade | Tempo necessário para desenvolver novos produtos e serviços. Faixa de produtos e serviços. Tempo de mudança de máquina. Tamanho médio de lote. Tempo para aumentar a taxa de atividade. Capacidade média e capacidade máxima. Tempo para mudar programações. |
| Custo | Tempo mínimo e médio de entrega. Variação contra orçamento. Utilização de recursos. Produtividade de mão de obra. Valor agregado. Eficiência e eficácia. Custo por hora de operação. |

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Slack (2000).

Em se tratando de medidas operacionais voltadas para a área de manutenção, SENAI (2008) e TAVARES (1999) definem indicadores de classe mundial aqueles que apresentam a mesma expressão em vários países, inclusive no Brasil. Tavares (1999) destaca que estes índices, mesmo variando de empresa para empresa, sempre estarão agrupados em blocos distintos de controle como: a) gestão de equipamentos; b) gestão de custos; c) gestão de mão de obra; d) atividades de manutenção; e) organização da manutenção entre outros. Pode destacar dentro destes blocos os mais variados tipos de índices que podem ser, segundo Tavares (2009), que são apresentados no Quadro 18.

Quadro 18 - Relação de variações de índices de controle.

| | |
|--------------------------|---|
| Gestão de Equipamentos | Tempo médio entre manutenções preventivas |
| | Tempo médio de intervenções preventivas |
| | Taxa de falha observada |
| | Taxa de reparo |
| | Não conformidades na manutenção |
| | Sobrecarga de serviços na manutenção |
| Gestão de custos | Componente do custo de manutenção |
| | Progresso nos esforços de redução de custos |
| | Custo relativo com pessoal próprio |
| | Custo relativo com material |
| | Custo de mão de obra externa |
| | Custo de manutenção em relação à produção |
| Gestão de mão de obra | Treinamentos dos manutentores |
| | Estrutura do pessoal de controle |
| | Taxa de frequência de acidentes |
| | Taxa de gravidade de acidentes |
| Atividades de manutenção | Trabalhos em manutenção preventiva por estado |
| | Trabalhos em manutenção preventiva por tempo |
| | Trabalhos de em manutenção corretiva |
| | Outras atividades de pessoal de manutenção |
| | Total de manutenção / total |

Fonte: Elaborado pelo autor segundo Tavares (1999)

Segundo SENAI (2008) indicadores de desempenho permitem gerenciar a manutenção de modo eficaz, sintonizados com os objetivos e planos estratégicos da empresa, permitindo comparações com referências de dados externos (outras empresas do mesmo setor) ou internos (próprios dados). Para realizar análise da gestão de equipamentos e custos, são utilizados os indicadores de classe mundial que apresentam a mesma expressão em vários países, sendo os mais utilizados mostrados no Quadro 19.

Quadro 19 - Indicadores de desempenho na manutenção de classe mundial.

| 1. Indicadores de classe mundial |
|--|
| <p>TMEF – Tempo Médio Entre as falhas ou MTBF (<i>Mean Time Between Failures</i>) – Relação entre o numero de itens (NOIT) por seus tempos de operação (HR0P) e o numero total de falhas detectadas, nesses itens no período observado (NTMC). O MTBF representa a média dos tempos de sucessivas falhas de um componente ou equipamento reparável.</p> $MTBF = \frac{NOIT \times HR0P}{NTMC}$ |
| <p>TMPR – Tempo médio para reparo ou MTTR (<i>Mean Time To Repair</i>) – Consiste na relação entre o tempo total de Intervenção corretiva em um conjunto de itens com falha (HTMC) e o numero Total de falhas detectadas nesses itens, no período observado (NTMC);</p> $MTTR = \frac{HTMC}{NTMC}$ |
| <p>TMPF – Tempo Médio Para a Falha, ou MTTF (<i>Mean Time To Failure</i>), consiste na relação entre o tempo total de Operação de um conjunto de itens não reparáveis (HR0P) e o numero total de Falhas detectadas nesses itens, no período observado (NTMC).</p> $MTTF = \frac{HR0P}{NTMC}$ |
| <p>Disponibilidade – consiste na relação entre o tempo médio entre as falhas (MTBF) e sua soma com o Tempo Médio para Reparo (MTTR) e os Tempos ineficientes da manutenção (TIMN), que são os tempos perdidos com espera, preparação para desligamento e religamento;</p> $DISP = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR + TIMN)}$ |
| <p>ICM – Índice de custo da manutenção, representa o percentual entre o custo total Da manutenção anualizado (CTMA) e o Valor de Reposição do ativo (VRA);</p> $ICM = \frac{CTMA}{VRA}$ |
| <p>IC – Índice de confiabilidade, é o percentual do valor de perdas (paradas programadas, falhas na redução de carga) em relação ao valor de reposição do ativo (VRA).</p> |
| <p>IEM – Índice de Eficácia na Manutenção, é o somatório dos percentuais obtidos no ICM e no Índice de confiabilidade.</p> |
| <p>IEG – Índice de eficiência global, é o produto da disponibilidade, rendimento e Qualidade do produto.</p> |
| <p>OEE – Eficácia operacional Global (<i>Overal Equipment Effectiveness</i>), relacionada com disponibilidade, desempenho de velocidade e qualidade.</p> |
| <p><i>Backlog</i> (pedidos pendentes) , representa o total de Hh de serviços pendentes em relação ao total de Hh disponível em 1 dia, mede o serviço pendente planejado, mas ainda não Realizado.</p> |
| <p>% cumprimento de planos de preventiva, é a relação entre o total de OS de preventivas previstas e realizadas e o total de OS de preventivas previstas.</p> |
| <p>% cumprimento de programação, é o percentual entre o total de Hh programados e realizados em relação ao total de Hh programados.</p> |
| <p>% de serviços de emergência e urgência, é o percentual entre o total de Hh apropriados em serviços retrata a condição ótima de execução? A qualificação de mão de obra solicitada na OS retrata a condição ótima de Execução? Os materiais necessários são listados?</p> |
| <p>CMFT – custo de manutenção por faturamento – é a relação entre o custo total de manutenção e o faturamento da empresa no período considerado.</p> |

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de SENAI (2008) e Tavares (1999).

Nesse sentido, o presente trabalho procura identificar as práticas e os indicadores de desempenho da manutenção na gestão de pneus em uma transportadora. Os principais indicadores são:

- Custo total da manutenção;
- Calibragem de pneus;
- Alinhamento de veículos;
- Balanceamento das rodas de pneus;
- Ordens de serviço de manutenção;
- Socorros na estrada devido a manutenção de pneus;
- Índice de sucateamento;
- Horas de treinamento;
- Indicador de segurança e saúde do trabalho;
- Consumo de combustível;
- Indicador de reclamação de clientes;
- Taxa de frequência de acidentes típicos com afastamento;
- Taxa de gravidade de acidentes típicos;
- Número de óbitos em função de acidente de trabalho;
- Número de acidentes incapacitantes;
- Números de acidentes sem vazamentos;
- Números de acidentes com vazamento;
- Números de acidente com morte, ferimentos sério ou relevante impacto ambiental;
- Custo aplicado dos pneus;
- Custo do pneu por Km rodado (CPK); e
- Gastos com pneus na estrada.

Também, será avaliado o quanto que os custos de pneus representam no custo total da manutenção, cujos assuntos ainda não foram encontrados na literatura pesquisada.

Assim, o próximo capítulo aborda a metodologia da pesquisa de campo e na sequência, são apresentados à realização do estudo de caso e os dados coletados na empresa pesquisada.

4 METODOLOGIA

A metodologia científica é um conjunto de abordagens, técnicas e processos utilizados pela ciência para formular e resolver problemas de aquisição objetiva do conhecimento, de uma maneira sistemática. É a maneira de tratar todo o processo de um estudo de pesquisa (COLLIS; HUSSEY, 2010).

A pesquisa em administração é uma função da busca da verdade, responsável pela reunião, análise, interpretação e pelo relato das informações, de modo que os tomadores das decisões administrativas tornem-se mais eficientes, por meio do emprego de métodos científicos (HAIR *et al*, 2005).

Segundo Lakatos e Marconi (1991), método científico é a teoria da investigação, sendo uma busca por discernir a verdade. As empresas frequentemente utilizam a pesquisa para encontrar respostas às questões estratégicas, táticas e operacionais, em diversas áreas (HAIR *et al*, 2005). É um processo sistemático e metodológico que envolve os participantes da pesquisa de maneira mais completa no estudo e na investigação e que aumenta o conhecimento (COLLIS; HUSSEY, 2010).

Para o presente estudo, quanto à finalidade será uma pesquisa aplicada, pois os conhecimentos adquiridos são utilizados para a aplicação prática, voltados à solução de problemas concretos na vida da empresa.

O estudo de caso, de acordo com Yin (2010), é uma pesquisa que investiga um fenômeno contemporâneo no contexto da vida real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes.

Segundo Collis e Hussey (2010), o estudo de caso é uma metodologia com foco na compreensão da dinâmica, apresentada em um único cenário frequentemente utilizado no estágio exploratório da pesquisa. Pode ser utilizada para atingir vários objetivos, como: descrever, testar, ou gerar uma teoria.

Na presente pesquisa é realizado um estudo de caso caracterizado como exploratório, porque serão aplicadas em áreas nas quais há poucas teorias ou um conjunto deficiente de conhecimentos, sendo as principais teorias, gestão da manutenção dentro da gestão de pneus e desempenho em ambas as áreas de uma empresa de transportes rodoviários de cargas.

A justificativa e a relevância do porquê o pesquisador foi apenas a uma empresa, se deu pelo fato de alinhar a experiência profissional na atividade de manutenção e pneus. Também, conciliar o estudo a partir de buscar fundamentações teóricas para problemas encontrados e vivenciados há vários anos dentro da empresa. Outro fator importante foi o fato de ser esta pesquisa um trabalho inédito, pois não foram encontrados na literatura temas envolvendo gestão de frotas, manutenção, pneus e desempenho numa mesma empresa, conforme apresentado no Problema de Pesquisa (Seção 1.2) do presente trabalho.

Além disso, ressalte-se também o fato de ser uma empresa de grande porte, de administração familiar, reconhecida no cenário nacional. Trata-se de uma transportadora com um perfil de crescimento, pretendendo vir a ser um grande operador logístico. Possui vários tipos de segmentos de transportes de veículos, grande número de agregados, dentro da mesma empresa, cujo quadro de colaboradores o pesquisador faz parte. Assim, é possível vivenciar as observações descritivas aos problemas encontrados na área operacional, a qual faz parte deste estudo.

4.1 Métodos de Coleta de Dados

Hair *et al.* (2005) apresenta que, em estudo exploratório, a coleta de dados ocorre por meio de grupos foco, entrevistas pessoais ou observações de comportamentos ou eventos, que se referem a dados qualitativos e envolvem amostras menores ou estudos de caso.

Um dos métodos para coletar dados é a análise do conteúdo, cujos dados são obtidos por meio de observação e análise do conteúdo ou mensagem de textos escritos, por exemplo: relatórios, contratos, anúncios, entre outros (HAIR *et al.* 2005).

Collis e Hussey (2010) nomeiam esse método de coleta de dados como primário e secundários, reforçando que são dados que já existem, tais como: livros, artigos em periódicos, relatórios, arquivos, estatísticas publicadas, bancos de dados eletrônicos, entre outros.

Na presente pesquisa optou-se pela coleta de dados por meio de análise documental e observação direta, sendo que o pesquisador teve acesso a documentos internos de implantação das práticas de manutenção na gestão de

pneus e também relatórios dos resultados dos indicadores de desempenho operacionais, voltados a mensurar as práticas implantadas nas áreas de manutenção e de gestão de pneus.

A coleta de dados ocorreu nos meses de setembro a dezembro de 2011, sendo que os dados coletados se referem a levantamento histórico das práticas implantadas desde o ano de 2003 e indicadores de desempenho apurados dos relatórios entre os anos de 2009 a 2011. Tais dados são apresentados no próximo capítulo.

4.2 Métodos de Análise de Dados

A escolha de um método de análise de dados depende do tipo de dados coletados: quantitativos ou qualitativos, podendo ter um pouco de cada (COLLIS; HUSSEY, 2010).

A análise de conteúdo da presente pesquisa envolveu duas fases: qualitativa e quantitativa. Na fase qualitativa foi elaborada uma apresentação descritiva da implantação das práticas e dos indicadores de desempenho da gestão de manutenção e pneus a fim de apresentar os dados para serem analisados na fase quantitativa.

Na descrição de tais dados também foram feitas comparações com os conceitos teóricos estudados.

Na etapa quantitativa foi empregada a análise de correlação de Pearson e regressão múltipla. Segundo Hair Jr. (2005), a correlação de Pearson mede a associação linear entre duas variáveis métricas. No presente estudo foram analisadas associações com desempenhos obtidos na área de manutenção e desempenho na área de gestão de pneus.

A regressão busca explicar ou prever valores de uma variável em função de valores conhecidos de outras variáveis (DIAS FILHO; CORRAR, 2009). Por exemplo, foi avaliado a influência de indicadores de manutenção sobre indicadores da gestão de pneus, conforme apresentados no Capítulo 6.

5 RESULTADOS DA PESQUISA

Neste capítulo é apresentado o perfil da empresa objeto de estudo, o resumo do seu histórico, a localização e aspectos econômicos, sua estrutura, o plano de implementação das ferramentas e técnicas de manutenção e pneus, além do modelo de indicadores desempenho utilizados pela empresa.

5.1 Apresentação e Aspecto econômico da Empresa de Estudo

A empresa em estudo foi fundada em outubro de 1971, com matriz em Piracicaba SP. A determinação dos fundadores deu início à empresa, que logo se transformaria numa das mais respeitadas transportadoras de cargas do País.

A localização da empresa está perto de grandes centros de pesquisas. Próxima as grandes universidades (USP, UNICAMP e UNIMEP), perto de um dos maiores grupos desenvolvidos da agroindústria nacional e de grandes metalúrgicas e siderúrgicas do país. Situa-se a 60 KM de um aeroporto internacional de cargas, distante de 160 km da capital paulista e 250 km do porto de Santos. O município de Piracicaba é o 52º mais rico do Brasil, exibe um produto interno bruto de R\$ 5,7 bilhões, está também entre as 20º maior cidade do estado em valor de exportação (US\$ 1,1 bilhão em 2004) superando, algumas grandes cidades de maior vigor econômico (com IDH-M renda: 0,795). No setor primário (agrícola) destacam-se as culturas de cana de açúcar com 10 milhões de toneladas/ano, o setor secundário é formado por mais de 5.000 indústrias entre as principais cita-se: Caterpillar; Delphi; Arcelor Mittal; Dedini; Kraft Foods; Fibria; Cosan; Erling Klinger; Klabin; CJ Corp, Srtork; Mause, Codistil; N.G.. (IBGE, 2009)

A população de 2009 foi de 368.483 habitantes e as principais rodovias são: SP-127, SP-135, SP-147, SP-304, SP-308. Entre as principais universidades estão: Esalq, Unimep, Fumep, Unicamp, Fatec, Fatep, Unisal, Ulbra, Unicoc, Senac, entre outras.(IBGE, 2009). A composição da frota municipal de veículos é composta por: automóveis 129.669 veículos, caminhões 6.546, caminhões, trator 1735, camionetes 14.270, motocicletas 37.742 e ônibus 1149 veículos (IBGE, 2009).

5.2 Estrutura física da Empresa de Estudo

A empresa em estudo é do setor de transportes rodoviários de cargas e atualmente a área da matriz, composta por administração, mecânica de manutenção e abastecimento, possui 30.000 m². Também possui uma área de pátio externo nomeada de garagem dos veículos com 50.000m².

Existem seis filiais que estão situadas nas cidades de Araucária/PR, Serra/ES, São Paulo/SP, Jacareí/SP, Mogi das Cruzes/SP e Santos-SP. Tem 550 funcionários entre a matriz e as filiais.

Sua frota é composta de 32 caminhões trucks, 150 cavalos mecânicos, com 156 semi-reboques cargas secas, 50 pranchas, 7 semi-reboques porta containers, 16 semi-reboques sidereiros, 80 semi-reboques tanques de GLP, 07 veículos camionetes, totalizando 498 veículos com idade média de 05 anos.

Percorre em média 1.650.000 km mensais, sendo 1.300.000 km com frota própria e 350.000 km com veículos terceirizados. Transporta aproximadamente 35.000 toneladas mensais. O faturamento mensal aproximado é de R\$ 5.500.000,00 de reais.

A área de segmento de transportes da empresa em estudo é o transporte de GLP, máquinas e equipamentos, papel e celulose e cargas industriais e fracionadas.

O sistema de rastreamento é o *Ominilink*, que está baseado em três componentes principais: a localização por satélite GPS (*Global Positioning System*), a comunicação de dados tanto por telefonia celular quanto por satélite e a programação avançada de *software*.

A administração é de caráter familiar. Os principais parentescos são os filhos e netos do fundador na direção da empresa.

É certificada pela ISO 9001/2008, pela Sassmaq desde 2004 e em 2006 foi o primeiro transportador a aderir ao programa Siga Bem Criança, firmando uma parceria patrocinada com a Petrobrás.

No ano de 2009, 2010 e 2011 a empresa foi o transportador oficial da Fórmula 1 e da Fórmula Indy Americana.

5.3 Descrição da Política da Qualidade, Estrutura e Práticas do Setor de Manutenção

Atualmente a empresa objeto de estudo possui um sistema de gestão integrado que possibilita uma avaliação do desempenho nas áreas, com objetivo de melhoria contínua e progressiva em atender seus compromissos com seus clientes, colaboradores, sociedade e meio ambiente. A política da qualidade da empresa é atender com qualidade seus clientes por meio de melhoramento contínuo de seus processos, com o objetivo da satisfação total de suas exigências buscando atingir rentabilidade justa e satisfatória em seus negócios. Prover aos seus colaboradores meios para trabalharem com segurança e saúde e prover treinamento e educação ambiental.

O transporte representa o elemento mais importante do custo logístico na maioria das empresas e tem papel fundamental na prestação do serviço ao cliente, percebendo constantes mudanças no setor de transportes, a empresa sentiu a necessidade de se adaptar as novas exigências do mercado e precisou contratar uma empresa de consultoria especializada na implantação de técnicas e ferramentas em setores chaves da organização o setor operacional.

Em 2003, o início foi marcado pela formação de um grupo de multiplicadores que receberam treinamento intenso da empresa contratada e sua aplicação à prestação de serviço, com o propósito de levar o conhecimento adquirido aos demais membros da organização.

A estrutura do setor de manutenção e pneus na empresa de estudo é centralizada na matriz e diz respeito a serviços de manutenção e de troca de pneus para atender a demanda da frota e das filiais, onde todo o fluxo de movimento dos veículos é monitorado por gerenciamento eletrônico de dados, em todos os setores da empresa, visualizado sua dimensão na Figura 20.

Em alguns casos o serviço é realizado fora da empresa como socorro de emergência, quebras e ou acidentes de veículos. Toda a comunicação é feita pelo celular ou via rádio, entre o motorista e a empresa com os setores envolvidos e o controle de rastreamento. A comunicação entre a empresa e filiais é feita por um sistema de ERP, a TOTVS, integrando as redes.



Figura 20: Foto aérea da empresa (matriz) e o setor de manutenção/pneus (direita da foto no alto) e triagem e abastecimento (ao centro), administração (esquerda no alto da foto)

Fonte: Site da empresa, (www.rodomeu.com.br).

Existe um grande fluxo diário de veículos no pátio da empresa (matriz) vindo de suas filiais e pontos de carga e descarga, quando da chegada dos veículos para ao abastecimento, a manutenção e as trocas de pneus, as trocas de óleos (preventivas) e a guarda dos veículos nos finais de semana, devido à esta movimentação de grandes números de veículos, o setor operacional envolve os motoristas, que ficam com a maior parte do tempo com os veículos fora da empresa, durante as viagens, (carga e descarga), na espera da manutenção e para a guarda dos veículos. Também neste setor estão envolvidos os líderes dos segmentos de transporte dentro da empresa, os encarregados dos setores estratégicos da empresa (combustível, pneus e manutenção), os gerentes, encarregados da manutenção e seus colaboradores. Portanto fica evidenciado que a responsabilidade deste setor não só depende do controle interno da empresa, mas de todos estes colaboradores envolvidos.

A equipe da manutenção e administração da matriz é formada por 65 colaboradores, sendo:

- a) setor de solda (solda em geral nos reparos de veículos), com 2 funcionários;
- b) setor elétrico (parte elétrica dos veículos, alternadores, motores de partida) com 3 funcionários;

- c) compras e suprimento da manutenção, 2 funcionários; Neste setor também envolve outros departamentos como: (c.1) – Gerencia da manutenção (administrar e controlar), 1 funcionário; (c.2) – Qualidade (ISO 9001, Sassmaq, Cipat, Brigadas de Incêndio, Técnico de Segurança do Trabalho), 2 funcionários; (c.3) – Abastecimento, (controle de estoques de combustível, tacógrafos, quilometragem, abastecimento: interno e externo), 3 funcionários; (c.4) – Manutenção (execução serviços, controle, Ordens de Serviço e check-list), 4 funcionários; (c.5) – Manutenção (mecânica veículos), 7 funcionários;
- d) Almoxarifado (recebimento, guarda e entregas peças), 3 funcionários;
- e) Mecânica (consertos e montagens de motores e câmbios), 4 funcionários;
- f) Lavador de peças, (lavagem de peças), 1 funcionário;
- g) Capotaria (conserto de lonas), 2 funcionários;
- h) Pintura (pintura padronizada da frota), 1 funcionário;
- i) Carpintaria (fabrico e conserto de guardas e assoalhos), 2 funcionários;
- j) Área administrativa (financeira, contabilidade, RH, rastreador, informática, sala de reunião, diretoria e expedição) 12 funcionários e 4 diretores.
- k) Refeitório (alimentação) 01 funcionário.
- l) Setor de pneus (controle e armazenagens dos pneus novos, ressolados e borracharia), 4 funcionários;
- m) Portaria (entrada e saída pessoas e veículos); 03 funcionários
- n) Lavagem e Lubrificação, 4 funcionários.

A manutenção da empresa em estudo começou a se organizar a partir de 2003. Antes desse ano, a manutenção era baseada somente em corretivas e trocas de óleo. Não tinha controle em seus processos, sendo a manutenção corretiva anotada em cadernos e fichas. Dessa forma, classificada como manutenção não planejada.

No final de 2003 e início de 2004 houve a implantação da ISO 9001, uma vez que a empresa objetivava se adaptar as novas normas de manutenção mundial. Então, a manutenção buscou o conceito de ser planejada, com foco na manutenção

preventiva e corretiva, realizando o *chek-list* de inspeção, e tentando implantar a medida de seu crescimento a manutenção detectiva e a engenharia de manutenção.

Portanto, novas ferramentas ou programas de ação foram implantados paulatinamente, tendo em vista fatores como custo de implantação das práticas de manutenção, os resultados alcançados e tempo de implantação. Em 2003 a empresa possuía apenas 15 funcionários responsáveis pela manutenção dos veículos. As ferramentas ou programa de ações, seus referidos anos de implantação e seus propósitos foram:

- 2003 - PQT (Programa Qualidade Total): tinha o objetivo principal de conscientizar os funcionários sobre a melhoria contínua do setor em relação aos sistemas de segurança, saúde, meio ambiente e qualidade. A empresa foi dividida em 5 setores participantes: (a) setor 1/escritório; (b) setor 2, envolvendo carpintaria, lavador, abastecimento e portaria; (c) setor 03, compondo borracharia, pintura, elétrica, funilaria e capotaria; (d) setor 04, com o almoxarifado, controladores, Sassmat/Qualidade; e (e) setor 05, com mecânica e armazém. O PQT foi implantado junto com a ISO 9001 para melhorar no monitoramento dos resultados dos processos implantados e também, facilitar no processo de análise crítica para a tomada de decisões sempre visando à melhoria contínua. As principais regras da implantação foram: inspeções semanais, onde eram inspecionados todos os setores da empresa, através de um check-list do setor, que eram apontadas as falhas e acertos do local, computando pontos positivos e negativos. Ao final de cada mês eram relacionados os setores e suas respectivas posições em um ranking, a fim de apresentar os setores mais organizados, mostrar as falhas dos demais e buscar a melhoria contínua do processo. Cada setor com referidos funcionários eram responsáveis pelos equipamentos, materiais e ferramentas. Assim, eram feitas inspeção visuais e elaboradas perguntas para dúvidas, além de batitas fotos dos problemas encontrados nos equipamentos. O sistema de avaliação era rígido e não havia tolerância de procedimentos e operações incorretas. As inspeções pelo supervisor eram realizadas de surpresas e sem data prévia. Havia um sistema de

pontuação de cada setor, feito por meio de perguntas e respostas, onde os itens eram analisados, de acordo com a sua conformidade, atribuindo uma nota de 0 a 5.

- 2003 - 5S's e 8S's: se referiu a uma estratégia de melhoria potencializando e desenvolvendo o pensamento para o bem comum com a melhoria da qualidade, prevenção de acidentes e senso de equipe.
- 2003 - PDCA: foi voltado para a área de manutenção e foi uma prática do controle, planejamento, execução, verificação de falhas e atuação corretiva.
- 2003 e 2004 - ISO 9001: buscou controle de processos, normas e procedimentos para a melhoria da qualidade, implantada em todos os setores da empresa.
- 2004 - Manutenções Corretivas: objetivava o conserto após a falha.
- 2004 - Manutenções Preventivas: se caracterizaram como um conjunto de atividades técnicas e administrativas, cuja meta era reduzir as falhas, a quebra ou parada de um veículo ou equipamento, com base no tempo, por exemplo: veículos a cada 30.000 km e equipamentos a cada 60 dias.
- 2005 - Análise de Pareto: foi utilizado para organizar os dados e mostrar quais os principais fatores que compunham o assunto analisado nos indicadores de desempenho. Foi aplicada em todos os setores da empresa.
- 2005 - Diagrama de Ishikawa: foi a ferramenta mais utilizada na identificação de possíveis causas raízes e implantação de planos de ação. Foi aplicado em todos os setores da empresa.
- 2005 - Check-list na triagem e ordens de serviço: se referiu à inspeção nos veículos seguindo um modelo de 95 itens (são 95 tipos de serviço de inspeção nos veículos, por exemplo: ordem 1- verificar água e óleo motor; ordem 2- visual do veículo interno e externo; ordem 49- verificar eixo cardam e cruzetas e ordem 95- verificar pneus, era feito quando os veículos estavam abastecendo. As ordens de serviço eram geradas pelo plano de manutenção, contendo as descrições das atividades a

serem executadas, bem como as informações para sua execução.

- 2005 - Manutenção e pneus: dizia respeito ao controle e monitoramento dos pneus, registro das movimentações, calibragem e sucateamento dos pneus. Estava no check-list na ordem 95 (verificar pneus) e na ordem 93 (calibrar pneus).
- 2006 a 2008. A empresa continuou com as mesmas ferramentas implantadas, visando à revalidação da ISO 9001. Nesse período, os números de veículos aumentaram e seus indicadores e desempenho sofreram interferência em níveis aceitáveis, como a queda de controle de seus processos na área operacional. Adicionalmente a empresa precisou adquirir mais 02 áreas externas da matriz para pátio de estacionamento dos veículos.
- 2009 a 2010. Foi o período que mais afetou a manutenção e a gestão de pneus, tendo em vista a falta de motoristas qualificados no mercado, aumentando assim os custos operacionais. No setor de manutenção, houve uma considerável rotatividade de funcionários, pois o mercado na área de transporte cresceu e abriu novas oportunidades de trabalho e a empresa teve que recorrer à terceirização de alguns serviços, os veículos passaram de mecânicos para circuitos eletrônicos mecânicos, precisando de mão de obra especializada, passando do uso de martelo para o uso de ferramentas de precisão e a qualificação dos funcionários e o seu nível escolar passou a ser importante para saber lidar com esses novos tipos de veículos. O crescimento do mercado afetou a qualificação da mão-de-obra de motoristas e funcionários especializados em manutenção, devido ao aumento das vendas de novos veículos. Por exemplo, em programas como o pró-caminhoneiro para os motoristas e a oferta de micro créditos oferecidos no mercado, três mecânicos da empresa abriram sua oficina própria.

5.4 Descrição dos Indicadores de Desempenho Adotados

Em se tratando dos indicadores de desempenho, estes estavam associados aos resultados da organização, com base no fornecimento de

informações que ajudam a apontar ações sobre a gestão dos processos dos negócios da empresa, vinculados aos requisitos dos clientes e aos requisitos da organização e, também, à documentação interna sobre os objetivos e política da qualidade. Os principais indicadores adotados e seus referidos conceitos voltados para a gestão da manutenção na gestão de pneus são:

- Calibragem de pneus: é a média de veículos calibrados dividido por 100, cuja resposta obtida é em percentual;
- Alinhamento de veículos: custo do alinhamento vezes o número de veículo, cuja resposta é em valores monetários;
- Balanceamento das rodas de pneus: custo do balanceamento vezes o número de veículo, cuja resposta é em valores monetários;
- Ordens de serviço de manutenção: número de ordens de serviços vezes o número de veículos;
- Índice de sucateamento de pneus: é o numero de pneus sucateados no mês dividido pelo numero total de pneus da frota;
- Socorros na estrada devido a manutenção: custo de terceiros vezes o número de veículos atendidos;
- Horas de treinamento: diz respeito ao total de horas de treinamento dividido pelos números de funcionários da empresa;
- Indicador de Segurança e saúde do trabalho: representa o número de acidentes do mês, dividido pelo mês, com controle anual;
- Consumo de combustível: é a quilometragem do mês dividida pelo consumo total de litros gastos;
- Indicador de reclamação de clientes: é número de reclamações aceitáveis, conforme o número de conhecimentos de transportes emitidos dividido pelo numero de reclamações de clientes;
- Custo total da manutenção (km): é igual ao custo total da manutenção por veículo acrescido do custo administrativo; cuja resposta é em valores monetários;
- Custos aplicados aos pneus: custo dos pneus na compra de pneus novos, ressolados e na aplicação dos rodízios por veículo;

- Custos dos pneus por Km rodado (CPK): valor dos custos de pneus aplicados nos veículos dividido pelo quilometro rodado;
- Gastos com pneus na estrada: custo de terceiros referentes ao serviço de substituição de pneus na estrada.

Estes indicadores foram implantados conjuntamente na implantação da ISO 9001/2004, pois a empresa precisava trabalhar com empresas multinacionais do ramo máquinas e equipamentos.

Em se tratando dos transportes de GLP, foi necessário implantar a Sassmaq, em razão de empresas clientes exigirem a certificação e indicadores de segurança, saúde do trabalho e meio ambiente.

Já o sistema de gestão integrado, envolvendo a ISO 9001 e Sassmaq, possuía um conjunto de sete indicadores, voltados para a segurança e saúde do trabalho:

- Taxa de frequência de acidentes típicos com afastamento, classificados como até 20 (muito boa), de 20,1 a 40 (boa), de 40,01 a 60 (regular) e acima de 60 (péssima);
- Taxa de gravidade de acidentes típicos, classificados como até 500 (muito boa), de 500,1 a 1000 (boa), de 1000,01 a 2000 (regular), acima de 2000 (péssima).
- Número de óbitos em função de acidente de trabalho, com tolerância zero;
- Número de acidentes incapacitantes, com tolerância zero;
- Números de acidentes sem vazamentos, com tolerância zero;
- Números de acidentes com vazamento, com tolerância zero;
- Números de acidente com morte, ferimentos sério ou relevante impacto ambiental, com tolerância zero.

Era realizada uma reunião de indicadores de desempenho por mês, envolvendo as áreas operacionais, para expor os resultados junto aos diretores da empresa.

Também, era realizada uma reunião de Análise Crítica pela direção a cada três meses com o propósito de avaliar os resultados dos indicadores e se a

política de qualidade estava adequada com o plano de negócio da empresa, além de avaliar os resultados da auditoria (interna e externa) e o atendimento ao cliente.

Nessa reunião, também eram monitorados os treinamentos, as reclamações dos clientes, os acidentes de trabalho, a pesquisa de satisfação de clientes, a conscientização e o respeito ao meio ambiente, o resultados da manutenção e do setor de compras, as situações das ações corretivas e preventivas, as mudanças referentes aos programas de qualidade e as saídas da análise crítica.

Por exemplo, a melhoria da eficácia do sistema da qualidade e seus processos, melhorias em relação aos requisitos dos clientes e as necessidades de investimentos e recursos.

5.5 Análises dos Dados Qualitativos e a Elaboração da Hipótese da Pesquisa para a Análise Quantitativa dos Dados

A teoria apresentada nos Capítulo 2 (Seções 2.2.2, 2.2.3 e 2.2.4) revelou que as principais práticas de manutenção em empresas de transportes rodoviários voltadas para o monitoramento dos pneus são a TPM, 8S's e multiespecialização.

Já a pesquisa prática revelou que a empresa pesquisada possui alguns pilares da TPM: como melhoria da qualidade dentro da norma da ISO 9001, PDCA, manutenção autônoma, 8S's, controle e segurança, higiene e meio ambiente (Sassmaq).

Percebe-se que a empresa não possui a implantação da TPM por completo, por ainda faltar à manutenção planejada, treinamento e capacitação dos colaboradores envolvidos, além da não eficiência no controle de confiabilidade de suas filiais.

Também foi revelado que a gestão da manutenção foi impulsionada e apoiada pela implantação da gestão da qualidade total, que envolveu a adoção de uma série de práticas: 5S's, PDCA, Análise de Pareto e Diagrama de Ishikawa, sendo que a adoção de tais ferramentas foi voltada para a manutenção na gestão de pneus.

Em se tratando dos indicadores de desempenho, foi constatado que na revisão teórica (Capítulo 2) pouco se tem pesquisado a respeito de indicadores voltados para a manutenção na gestão de pneus, ressaltando que os indicadores elaborados neste estudo foram todos oriundos da pesquisa empírica.

Portanto, os indicadores coletados e seus conceitos contribuem para aumentar o conhecimento a respeito da medição de desempenho nessa área.

O Quadro 20 apresenta uma síntese da revisão teórica e dos dados coletados na pesquisa de campo sobre as práticas e indicadores de desempenho da manutenção na gestão de pneus, respondendo as questões um e dois (Q1 e Q2) de pesquisas elaboradas na introdução deste artigo, que são: (Q1) Quais são as práticas da gestão da manutenção que representam o conceito de manutenção na gestão de pneus? (Q2) - Quais são os indicadores de desempenho operacionais dentro da manutenção na gestão de pneus?

Quadro 20 - Práticas e indicadores de desempenho da manutenção na gestão de pneus.

| Práticas de manutenção na gestão de pneus | Indicadores de manutenção na gestão de pneus |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • TPM. (KARDECH e NASCIF, 2001; LIMA, 2008; ABRAMAN, 2011). • 8S's. (KARDECH e NASCIF, 2001; LIMA, 2008; ABRAMAN, 2011) (Pesquisa empírica). • Multiespecialização. (KARDECH e NASCIF, 2001; LIMA, 2008; ABRAMAN, 2011). • Cinco ladrões de quilometragem. (alinhamento, balanceamento, controle de pressão, desenho de banda de rodagem e emparelhamento) (Goodyear, 2010; Revista Scania). • Check- list. (BBTS, 2010) • Programa de Qualidade Total. (PQT) (Pesquisa empírica) • PDCA. (pesquisa empírica) • Manutenções corretivas. (Pesquisa empírica) • Manutenções preventivas (Pesquisa empírica) • Análise de Pareto. (Pesquisa empírica) • Diagrama de Ishikawa. (Pesquisa empírica) | <ul style="list-style-type: none"> • Custo total da manutenção (Pesquisa empírica) • Calibragem de pneus • Alinhamento de veículos • Balanceamento das rodas de pneus • Ordens de serviço de manutenção • Socorros na estrada devido a manutenção de pneus • Índice de sucateamento (Pesquisa empírica) • Horas de treinamento (Pesquisa empírica) • Indicador de segurança e saúde do trabalho (Pesquisa empírica) • Consumo de combustível (Pesquisa empírica) • Indicador de reclamação de clientes (Pesquisa empírica) • Taxa de frequência de acidentes típicos com afastamento (Pesquisa empírica) • Taxa de gravidade de acidentes típicos (Pesquisa empírica) • Número de óbitos em função de acidente de trabalho (Pesquisa empírica) • Número de acidentes incapacitantes (Pesquisa empírica) • Números de acidentes sem vazamentos (Pesquisa empírica) • Números de acidentes com vazamento (Pesquisa empírica) • Números de acidente com morte, ferimentos sério ou relevante impacto ambiental. (Pesquisa empírica) • Custo aplicado dos pneus • Custo do pneu por Km rodado (CPK) (pesquisa empírica) • Gastos com pneus na estrada (Pesquisa empírica) |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, foi possível ter acesso aos resultados aos indicadores de desempenho da área de manutenção na gestão de pneus (coluna 2, Quadro 20), que foram disponibilizados mensalmente entre os meses de janeiro de 2009 a setembro de 2011. Porém, tais resultados não puderam ser apresentados neste trabalho, pois não foram permitidos pela empresa pesquisada.

Mediante as observações diretas no setor de manutenção na gestão de pneus e os indicadores coletados, conforme relatados anteriormente, este estudo formulou a seguinte hipótese de pesquisa:

H1: Quanto maior os custos aplicados aos pneus, maior será o custo total da manutenção.

Ao testar esta hipótese pelas técnicas de correlação de Pearson e análise de regressão, serão respondidas as questões três e quatro (Q3 e Q4), formuladas na introdução deste trabalho, que são: (Q3) quais medidas da área de manutenção na gestão de pneus estão associadas significativamente aos desempenhos de custos pneus? (Q4) Quanto os custos aplicados aos pneus representam sobre o custo total de manutenção?

A apresentação dos resultados estatísticos e discussões são descritos no próximo capítulo.

5.6 Análises Estatísticas dos Dados

Utilizando-se o software estatístico *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 10, foram aplicadas técnicas de correlação de Pearson e análise de regressão nas variáveis de manutenção e pneus.

5.6.1 Resultados e Discussões

5.6.2 Análises de Correlações de Pearson

O coeficiente de correlação linear de Pearson é denotado pela letra r e varia de -1 e $+1$, onde (Hair *et al.*, 2005);

- $r = 0$ corresponde a não associação entre as variáveis;
- Quanto maior o valor de r , mais forte é a associação;
- $r > 0$ corresponde ambas variáveis crescendo juntas;
- $r < 0$ corresponde a uma correlação negativa.

Segundo Hair *et al.* (2005) o programa SPSS representa a significância com a probabilidade de rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira. As orientações comuns dizem que para ser considerada estatisticamente significativa, a probabilidade deve ser pelo menos de $< 0,05$. Isto significa que, para rejeitar a hipótese nula, deve haver menos de cinco chances de cem de você estar errado ao rejeitá-la.

- Sig. (p) = 0,1 significativo ao nível de 10%, ou seja 90 % das correlações das variáveis são significativas;
- Sig. (p) = 0,05 (significativo ao nível de 5%, ou seja 95 % das correlações das variáveis são significativas;
- Sig. (p) = 0,01 (significativo ao nível de 1%), ou seja 99 % das correlações das variáveis são significativas.

Segundo Hair *et al.* (2005) regras práticas sobre o coeficiente de correlação de Pearson podem ser usadas, mostrado no Quadro 21, supondo que o coeficiente de correlação seja estatisticamente significativo, onde o tamanho do coeficiente de correlação é usado para descrever quantitativamente a força da associação, entre duas ou mais variáveis.

Os coeficientes de correlação podem ser positivos ou negativos dependendo da direção da relação entre as variáveis, por quanto maior for o coeficiente de correlação, mais forte é a ligação ou o nível de associação.

Quadro 21 - Regras práticas sobre o valor do coeficiente de correlação.

| Variação do Coeficiente | Força de Associação |
|-------------------------|----------------------------|
| + - 0,91 - + -1,00 | Muito forte |
| + - 0,71 - + - 0,90 | Alta |
| + - 0,41 - + - 0,70 | Moderada |
| + - 0,21 - + - 0,40 | Pequenas, mas definida. |
| + - 0,01 - + - 0,20 | Leves, quase imperceptível |

Fonte: Hair Jr *et al.* (2005)

Os resultados da correlação de Pearson entre os indicadores coletados na pesquisa de campo são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de correlação de Pearson entre os indicadores de desempenho da área de Manutenção na gestão de pneus

| Variáveis | | VRALIN | VRBAL | KMTOFR | CUAPLPNEUS | NORSERV | CUSTOMAN | NPNSUC | NVECAL | CPK | GASPNEST | CUSMOD |
|------------|------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| VRALIN | r | 1,00 | | | | | | | | | | |
| | sig. | | | | | | | | | | | |
| VRBAL | r | 0,41 | 1,00 | | | | | | | | | |
| | sig. | 0,02 | | | | | | | | | | |
| KMTOFR | r | 0,62 | 0,60 | 1,00 | | | | | | | | |
| | sig. | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | |
| CUAPLPNEUS | r | 0,26 | 0,30 | 0,32 | 1,00 | | | | | | | |
| | sig. | 0,15 | 0,09 | 0,07 | | | | | | | | |
| NORSERV | r | 0,32 | 0,65 | 0,63 | 0,47 | 1,00 | | | | | | |
| | sig. | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | | | | | | | |
| CUSTOMAN | r | 0,43 | 0,36 | 0,38 | 0,73 | 0,56 | 1,00 | | | | | |
| | sig. | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| NPNSUC | r | 0,43 | 0,21 | 0,55 | 0,44 | 0,41 | 0,43 | 1,00 | | | | |
| | sig. | 0,01 | 0,25 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | | | | | |
| NVECAL | r | 0,68 | 0,43 | 0,78 | 0,44 | 0,44 | 0,55 | 0,70 | 1,00 | | | |
| | sig. | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | | | | |
| CPK | r | -0,04 | -0,16 | 0,04 | 0,05 | -0,35 | -0,05 | -0,08 | 0,23 | 1,00 | | |
| | sig. | 0,85 | 0,38 | 0,83 | 0,78 | 0,05 | 0,79 | 0,67 | 0,19 | | | |
| GASPNEST | r | 0,30 | 0,10 | 0,51 | 0,32 | 0,33 | 0,11 | 0,49 | 0,42 | 0,24 | 1,00 | |
| | sig. | 0,09 | 0,58 | 0,00 | 0,07 | 0,06 | 0,54 | 0,00 | 0,01 | 0,18 | | |
| CUSMOD | r | 0,36 | 0,50 | 0,63 | 0,02 | 0,53 | 0,26 | 0,26 | 0,52 | 0,01 | 0,17 | 1,00 |
| | sig. | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,90 | 0,00 | 0,14 | 0,15 | 0,00 | 0,97 | 0,34 | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Legenda: VRALIN (valor do alinhamento), VRBAL (valor do balanceamento), KMTOFR (quilometragem total da frota), CUAPLPNEUS (custos aplicados com pneus), NORSERV (número de ordens de serviços), CUSTOMAN (custo total de manutenção), NPNSUC (número de pneus sucateados), NVECAL (número de veículos calibrados), CPK (custos de pneus por quilometragem), GASPNEST (gastos com pneus nas estradas) e CUSMOD (custo de mão de obra de serviço)

Das 55 correlações entre as variáveis de indicadores de desempenho da manutenção na gestão pneus, foram encontradas 23 correlações não significativas ($p > 0,05$) (assinaladas em vermelho, Tabela 3), 31 correlações significativas ($p \leq 0,05$ cor preta) e 01 correlação negativa, estatisticamente significativa ($p = 0,05$) (cor rosa, Tabela 3).

Dentre as correlações não significativas foram observadas 04 correlações negativas, que se referem a variável CPK *versus* valor alinhamento, valor balanceamento, números de ordens de serviços, custo da manutenção e números de pneus sucateados. Nota-se que houve 01 correlação negativa e significativa entre CPK e o número de ordens de serviço ($r = -0,35$ e $p = 0,05$) (Tabela 3).

Já as duas correlações mais fortes e altamente significativas verificadas foram; a) números de veículos calibrados *versus* quilometragem da frota ($r = 0,78$ e $p = 0,00$), b) custos de pneus aplicados *versus* custo da manutenção ($r = 0,73$ e $p = 0,03$) (ambas assinaladas em negrito, Tabela 3).

Os coeficientes das 32 correlações significativas (sendo 31 positivas e 01 negativa) oscilaram de 0,30 (classificadas como pequeno) para 0,78 (correlações mais moderadas e altas). Estas foram analisadas individualmente e as discussões são apresentadas a seguir:

- (1) Valor do alinhamento *versus* valor do balanceamento ($r = 0,41$ e sig. = 0,02), a força do coeficiente de correlação é moderada, e sua significância é significativa (98% de correlação entre as variáveis). Na prática uma é dependente da outra, quanto mais se fizer alinhamento e balanceamento maior é o custo de manutenção em curto prazo, precisa primeiro alinhar o veículo para acertar a posição dos eixos para depois balancear as rodas, em longo prazo os desgastes dos pneus diminuem, assim também com o custo de pneus diminuem, quanto mais se fizer alinhamento e balanceamento;
- (2) Km pneus da frota *versus* valor do alinhamento ($r = 0,62$ e sig. = 0,01). A força do coeficiente de correlação desta associação é moderada e altamente significativa. Quanto maior é o km percorrido, maior é a necessidade de alinhamento. As estradas são compostas de ondulações, desníveis e curvas. Portanto, quanto maior o km rodado mais afetados são os componentes mecânicos dos veículos, que necessitam de um alinhamento a cada 15.000 km. Ao observar os dados brutos da empresa pesquisada, o alinhamento e a km dos pneus ficaram acima da média proposta pela empresa nos meses de abril de 2009, dezembro 2009, maio de 2010 e julho 2011;

- (3) km pneu da frota *versus* valor de balanceamentos ($r = 0,60$ e $\text{sig.} = 0,00$). A força do coeficiente de correlação desta associação é moderada e altamente significativa. Quanto maior é o km percorrido, maior é a necessidade de alinhamento e balanceamento. As estradas são compostas de ondulações, desníveis e curvas, o que afeta os componentes mecânicos dos veículos. Portanto, isto necessita de um alinhamento e balanceamento a cada 15.000 km. Na prática também isto ocorreu, quanto maior número de alinhamento, maior foi o km percorrido, como exemplos: nos meses de setembro 2009 foram gastos R\$ 2.000,00, outubro 2010 – R\$ 4.310,00 e maio 2011 - R\$ 1.920,00 (médio gasto nos três anos foram 1752,50). E os km rodados foram acima das médias anuais, vejamos; 2009 - 1.466.016 km, (16,74% maior que média anual de 1255.734 km); 2010 - 1.671.040 km (5,23%, média 1587.908); e 2011 - 1.620.967 km (6,50%, média 1.521.927);
- (4) Número de ordens de serviço *versus* valor de balanceamento ($r = 0,65$ e $\text{sig.} = 0,00$). A força do coeficiente de correlação desta associação é moderada e altamente significativa. Quanto maior o numero de ordens de serviço, maiores são os valores de balanceamento. Quanto mais trocas e substituições de pneus são feitas, maiores serão os números de OS. Conseqüentemente maiores serão as necessidades de balanceamento para corrigir tais defeitos;
- (5) Números de ordens de serviço *versus* quilometragem total da frota ($r = 0,63$ e $\text{sig.} = 0,00$), a força do coeficiente de correlação é moderada e altamente significativa. Quanto maior for a km de pneus da frota, maior os números de ordens de serviços. A quilometragem está relacionada ao desgaste dos pneus, quanto maior desgaste, maior é a troca de pneus, gerando mais números de ordens de serviço para trocas e rodízio dos pneus;
- (6) Números de ordens de serviço *versus* custos aplicados aos pneus ($r = 0,47$ e $\text{sig.} = 0,01$). A força do coeficiente é moderada e com significância alta. Quanto maior o número de ordens de serviço, maior é os custos aplicados aos pneus. Os custos aplicados aos pneus se referem à necessidade de troca e substituição, conseqüentemente, aumentam os números de OS, conforme explicado no parágrafo anterior correlacionando com CPK;
- (7) Custo da manutenção *versus* valor do alinhamento ($r = 0,43$ e $\text{sig.} = 0,01$). A força do coeficiente de correlação desta associação é moderada e altamente significativa. Quanto maior é o numero de alinhamento maior é o custo de manutenção.
- (8) Custo de manutenção *versus* balanceamento ($r = 0,36$ e $\text{sig.} = 0,04$). A força do coeficiente de correlação desta associação é pequena mas também é bem definida e altamente significativa. Quanto maior o número de balanceamento maior é o custo de manutenção.

- (9) Custo da manutenção *versus* quilometragem rodada da frota ($r = 0,38$ e $\text{sig.} = 0,03$). A força do coeficiente de correlação desta associação é pequena mas bem definida e a significância é alta. Quanto maior o km rodado da frota maior é o custo de manutenção. Observou-se que, na prática, os maiores km rodados da frota foram nos meses de setembro de 2009, outubro de 2009, junho de 2010 e março de 2011. Nestes meses, o custo de pneus, combustíveis e de manutenção ficou acima da media proposta pela empresa. E percebe-se que quanto maior a quilometragem rodada da frota, maiores são os custos de pneus (Tabela 3, $r = 0,319$ e $\text{sig.} = 0,07$), que se referem ao custo de pneus em 2009 foi de R\$ 1.175.400,74 (km total percorrido 15.068.811 cpk = 0,07800), em 2010 o custo de pneus foi de R\$ 1.669.998,57 (km total percorrido 19.111.308, cpk = 0,087383) e nove meses de 2011 o custo de pneus foi de R\$ 1.297.501,54 (km total percorrido 13.697.344 cpk = 0,094727) e, portanto, maiores são os gastos com manutenção;
- (10) Custo total de manutenção *versus* custos aplicados aos pneus ($r = 0,73$ e $\text{sig.} = 0,00$), a força do coeficiente de correlação desta associação é alta, e positiva. É altamente significativa, pois quanto maior os custos aplicados com pneus, maior é o custo total da manutenção. Na prática, ao analisar os dados brutos, percebe-se que quando os gastos com pneus aumentam, os mesmo ocorre com o custo de manutenção e vice-versa. Isto demonstra a importância do gasto dos pneus dentro da manutenção, onde faz se necessária uma análise destes para saber o quanto estes custos representam no custo total da manutenção. Tal análise é feita e apresentada na próxima seção pela técnica de análise de regressão;
- (11) Custo de manutenção *versus* número de ordens de serviço ($r = 0,56$ e $\text{sig.} = 0,00$). A força do coeficiente de correlação desta associação é moderada e positiva. Quanto maior o número de ordens de serviço, maior é o custo de manutenção. Isto é em razão da maior necessidade mão de obra empregada para realização da manutenção corretiva e também, onde ocorre uma maior perda de veículos para a produção, gerando maior custo de manutenção. Na pratica da empresa pesquisada isto ocorreu, por exemplo: nos meses de outubro e novembro de 2009, abril e maio de 2010 e janeiro de 2011, onde foram maiores as ordens de serviços e os gastos com mão de obra, além de ter ocorrido um custo alto de manutenção;
- (12) Número de pneus sucateados *versus* valor do alinhamento ($r = 0,43$, $\text{sig.} = 0,01$), a força do coeficiente de correlação é moderada e positiva, a significância estatisticamente significativa, 99% correlacionadas com a variável independente. Na prática isto também ocorre, quanto maior os números de pneus sucateados menor é valor de alinhamento e vice-versa;
- (13) Números de pneus sucateados *versus* quilometragens total da frota ($r = 0,55$ e $\text{sig.} = 0,00$). A força do coeficiente de correlação é moderada e altamente significativa. Tal associação é bem óbvia, pois quanto maior for

a quilometragem de pneus percorridos, maior serão os números de pneus sucateados;

- (14) Número de pneus sucateados *versus* Custo aplicados aos pneus ($r = 0,44$ e sig. 0,01), a força do coeficiente de correlação é moderada, e altamente significativa (99% de correlação entre as variáveis). Na prática quanto maior o número de pneus sucateados maior é o custo de pneus aplicados ou vice-versa, quanto menores os números de pneus de sucatas, menor é o custo de pneus aplicados;
- (15) Número de pneus sucateados *versus* números de ordens de serviço ($r = 0,41$ e sig. = 0,02), a correlação entre estas variáveis é moderada, e alta significância (98% de correlação). Na prática, quanto maior o número de pneus sucateados, é preciso abrir maiores números de ordens de serviço para troca e vice-versa, e maior é o custo de manutenção;
- (16) Números de pneus sucateados *versus* custo total de manutenção ($r = 0,43$ e sig.= 0,01). A força do coeficiente de correlação desta associação é moderada e significativa. Quanto maior o número de pneus sucateados maiores são os custos aplicados aos pneus e, portanto, maiores também são os custos de manutenção. Percebe-se que na prática, quando for encontrado no fechamento do laudo de inspeção de sucata um maior sulco de borracha remanescente nos pneus e perdas de pneus novos por avarias, cortes ou perfurações, maior será o custo desta análise resultando em um maior custo de pneus e, conseqüentemente isto afeta os custos de manutenção;
- (17) Números de veículos calibrados *versus* valor do alinhamento ($r = 0,68$ e sig.= 0,00). A força do coeficiente de correlação desta associação é moderada e altamente significativa, pois quanto maiores os valores de alinhamentos melhores serão os resultados desgaste de pneus. Na prática observa-se que se os pneus estiverem calibrados e os veículos alinhados, menores seriam os custos de manutenção e gasto de pneus. No entanto, não foi possível observar os gastos de pneus com a calibragem, em razão dos dados cadastrados de calibragem serem apresentados por veículo e não por número de pneus, conforme já observado anteriormente;
- (18) Números de veículos calibrados *versus* valores de balanceamentos ($r = 0,43$ e sig.= 0,01), a força do coeficiente de correlação desta associação é moderada e altamente significativa (99% correlacionada). Quanto maior número de balanceamentos maior será maior será o gasto com pneus, e maior a necessidade de calibrações dos pneus. Na prática um depende do outro, não se faz balanceamento senão corrigir a pressão correta dos pneus;
- (19) Números de veículos calibrados *versus* quilometragens dos pneus da frota ($r = 0,78$ e sig.= 0,00). A força do coeficiente de correlação é alta e também altamente significativa (100% correlação entre estas duas

variáveis). É a mais alta de todas as correlações destas variáveis encontradas. Na prática quanto maior for à quilometragem percorrida, maior será a necessidade de calibragens de pneus da frota e, portanto menor é o CPK;

- (20) Números de veículos calibrados *versus* custos aplicados aos pneus ($r = 0,44$ e $\text{sig.} = 0,01$), a força do coeficiente de correlação é moderada e altamente significativa (99% de correlação entre as variáveis). Quanto maior é o número de pneus calibrados, maiores são custos aplicados aos pneus. Pela lógica na prática a relação seria oposta, ou seja, quanto maior o numero de pneus calibrados menores será o desgastes dos pneus e menores serão os custos aplicados aos pneus, os resultados não mostram esta hipótese. Esta discussão também ficou prejudicada em razão dos dados da calibragem não estarem cadastrados por pneus, conforme comentado anteriormente;
- (21) Números de veículos calibrados *versus* números de ordens de serviço ($r = 0,44$ e $\text{sig.} = 0,01$). A força do coeficiente é moderada e também altamente significativa. Quanto maior for o número de pneus calibrados, maiores serão os números de ordens de serviço. Na pratica isto também ocorre, quanto maior a necessidade de calibragem dos pneus, maiores serão os problemas de pressão, trocas, pneus furados ou estourados. Portanto, existe a necessidade de fazer um maior numero de OS para a substituição destes pneus;
- (22) Números de veículos calibrados *versus* custo de manutenção ($r = 0,55$ e $\text{sig.} = 0,00$). A força do coeficiente de correlação desta associação é moderada e positiva. Quanto maior o numero de pneus calibrados, maior tende a ser o custo de manutenção. A calibragem dos pneus demanda mão de obra, tempo do veiculo parado para calibragem dos pneus, gasto de energia elétrica para manter o compressor sempre cheio, maior número de manutenção corretiva para os pneus e, portanto, aumenta-se o número de Ordens de serviço;
- (23) Números de veículos calibrados *versus* números de pneus sucateados ($r = 0,70$ e $\text{sig.} = 0,00$), a força do coeficiente de correlação dessa associação é moderada, positiva, e altamente significativa (100% de correlação entre as duas variáveis). Na prática quanto mais se calibra a pressão correta dos pneus, a possibilidades destes pneus terem uma durabilidade maior, portanto em obter uns menores números de pneus sucateados;
- (24) CPK *versus* números de ordens de serviço ($r = -0,35$ e $\text{sig.} = 0,05$). Observa-se que esta é a primeira correlação negativa encontrada, com a força de coeficiente de correlação é pequena, mas bem definida e com significância alta (95% das variáveis correlacionadas). O CPK relaciona custos com pneus divididos pelo km rodado. Portanto, quanto maior os números de OS e nelas contidas envolvendo maiores trocas de pneus, maior é o gasto com pneus. Se por outro lado um menor número de OS e menores forem as trocas de pneus, menor será o gasto com pneus. Na

prática isto ocorre porque, um maior gasto de pneus haverá uma maior quilometragem percorrida e um número maior de trocas (maior números de OS) e vice versa. Ao aumentar o tempo de vida do pneu, aumenta-se a quilometragem percorrida por este e menores serão os custos dos pneus por quilômetros rodados. Por exemplo, os números de OS são aumentadas em função dos números de recapagens, mas maior será a km rodada pelo pneu e menor será o seu CPK. Esta é a razão da correlação negativa entre CPK e números de ordens de serviço;

- (25) Gastos com pneus na estrada *versus* quilometragem total da frota ($r=0,51$ e $\text{sig.}= 0,00$). A força do coeficiente de correlação é moderada e altamente significativa. Quanto maior tende a ser a quilometragem percorrida, maior será o gasto com pneus na estrada. Observa-se que a troca e substituição das estradas tendem a ocorrer em meses de maior quilometragem e de maior fluxo de transportes, o que poderia acarretar maior gastos dos pneus;
- (26) Gasto com pneus estrada *versus* números de pneus sucateados ($r = 0,49$ e $\text{sig.} = 0,00$). A força do coeficiente de correlação é moderada e altamente significativa, (100% das variáveis correlacionadas). Quanto maior o numero de pneus sucateados nas estradas, maior é o gasto com pneus. Na prática isto também ocorre, pois quanto maior é a troca de pneus na estrada (gastos) como cortes, estouros e furos, maiores serão os pneus sucateados;
- (27) Gasto com pneus estrada *versus* números de veículos calibrados ($r = 0,42$ e $\text{sig.}= 0,01$), a força do coeficiente de correlação é moderada e bastante significativa. Quanto maior o numero de pneus calibrados, menores são os gastos com pneus nas estradas. Na pratica é uma relação negativa, porque quanto maior o número de pneus calibrados, menor se gasta com pneus nas estradas ou vice-versa. No entanto, os dados de calibragem não foram cadastrados por pneus e isto pode ter enviesado os resultados, conforme comentado anteriormente;
- (28) Custo da mão de obra *versus* valor do alinhamento ($r = 0,36$ e $\text{sig.} 0,04$), a força do coeficiente de correlação desta associação é pequena e definida, e a significância estatística é aceita e muito significativa (96% da correlação). Na prática isto não ocorre na empresa de estudo a mão de obra é terceirizada no valor pago pelo valor do alinhamento, e o custo de mão de obra é somente da mecânica. Fica evidenciado também um estudo para se fazer isto dentro da empresa, num curto prazo espera-se um aumento no custo de mão de obra, mas no decorrer longo prazo, uma diminuição destes custos de pneus e mão de obra;
- (29) Custo da mão de obra *versus* valor do balanceamento ($r= 0,50$ e $\text{sig.} 0,00$), a força do coeficiente de correlação é moderada e altamente significante (100% da correlação), Na prática isto não ocorre na empresa de estudo a mão de obra é terceirizado no valor pago pelo valor do alinhamento, e o custo de mão de obra é somente da mecânica. Fica evidenciado também um estudo para fazer isto dentro da empresa, num

curto prazo espera-se um aumento no custo de mão de obra, mas no decorrer longo prazo, uma diminuição destes custos de pneus e mão de obra;

- (30) Custo da mão de obra *versus* KM total da frota ($r = 0,63$ e sig. 0,00), a força do coeficiente de correlação é moderada e positiva, a sua significância é altamente significativa (100%) de correlação entre as duas variáveis, na prática quanto maior a quilometragem rodada maior será o gasto no custo de mão de obra, por exemplo, nos gastos em 2009, 2010, 2011, quanto maior foi a km, maior foi o gasto de mão de obra, nos meses outubro 2009 (km 1532.249, gasto 40.722,30) media geral foi de 30.095,20 e de km 1255734, maio de 2010 (km 1796.344, gasto foi 45061,15) media geral foi de 1.587908 km e o gasto 37047,47 e agosto de 2011 (km 1625503 gasto foi de 364498,28) media geral de km foi de 1521927 e o gasto custo Mao de obra foi de 32.454,09;
- (31) Custo da mão de obra *versus* números de ordens de serviço ($r = 0,53$ e sig, 0,00), a força de correlação é moderada positiva e altamente significativa (100%) de correlação entre as duas variáveis. Na prática entre as duas é a mais importante, pois quanto maior os números de ordens de serviço maior é o custo de mão de obra, pois elas se relacionam dentro da manutenção. Quanto mais bem for executada a manutenção menor será os números de OS, e vice-versa, quanto menor for executada a manutenção (reparos e correções), maiores serão os números de OS seriam os consertos pós-falhas, as manutenções corretivas; e,
- (31) Custo da mão de obra *versus* números de veículos calibrados ($r = 0,52$ e sig. 0,00), a força de correlação é moderada, e sua significância é altamente significativa, estatisticamente, significa 100% de correlação entre as variáveis. Na prática quanto maior os números de pneus calibrados, maior será o custo de mão obra, maiores serão os custos, mas em outras variáveis como gasto com pneus serão menores.

A seguir são apresentados os resultados da análise de regressão simples e posteriormente os resultados da análise de regressão múltipla. Segundo Hair Jr. et al. (2005) com a análise de regressão múltipla, “[...] são inseridas muitas variáveis independentes no mesmo tipo de equação de regressão e prevemos uma única variável dependente”. Ainda, os mesmos autores salientam que “os coeficientes permitem que os pesquisadores avaliem a influência relativa de diversas variáveis independentes sobre a variável dependente, e finaliza que a regressão múltipla é mais que realista porque, no mundo em que vivemos a previsão quase sempre depende de vários fatores, não de um só” (HAIR JR, *ET ALL*, 2005).

Portanto, o objetivo da regressão múltipla no presente trabalho é analisar a influência de variáveis independentes sobre a variável dependente “custo total da

manutenção". Para isto, foram analisados alguns modelos regressão, cujos resultados são apresentados e discutidos na próxima seção.

5.6.3 Análises de Regressão

No primeiro momento foi empregado um modelo de regressão simples, onde foi relacionado à variável que apresentou maior correlação de Pearson com a variável dependente "custo total da manutenção". Essa variável foi "custos aplicados aos pneus" (segundo a Tabela de correlação de Pearson) cuja correlação foi 0,734 e significância 0,00. Na Tabela 4, são apresentados os resultados da análise de regressão simples. Logo após esses resultados, serão apresentados os resultados da análise de regressão múltipla.

Tabela 4 - Resumo do modelo para a regressão simples

| Modelo | R | R ² | R2 ajustado | Erro padrão estimado |
|--------|--------------------|----------------|-------------|----------------------|
| a | 0,734 ^a | 0,539 | 0,524 | 64.788,295 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: a. Indicadores: (Constante), custos aplicados aos pneus.

O R reflete o grau de associação entre a variável dependente (custo total da manutenção) e a variável independente (custos aplicados aos pneus), que é 0,734 (Tabela 4).

O R² é o coeficiente de determinação, indica que 53,9% a variação da variável dependente (custo total da manutenção) é explicada pelas variações ocorridas na variável independente (custos aplicados aos pneus).

O Teste ANOVA (Tabela 5) indica que o modelo é significativo em 0,00 e indica que a variável independente (custo/gasto total com pneus) exerce influência sobre custo total da manutenção.

Tabela 5 - Teste Anova para a Regressão Simples

| Modelo | Soma dos quadrados | df | Média | F | Sig. |
|------------|--------------------|----|-----------------|-------|-------------------|
| Regressão | 152333720081,75 | 1 | 152333720081,75 | 36,29 | 0,00 ^a |
| 1 Residual | 130123221638,46 | 31 | 4197523278,66 | | |
| Total | 282456941720,218 | 32 | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

a. Indicadores: (Constante), custos aplicados aos pneus.

b. variável dependente: custo total da manutenção.

O modelo de regressão simples estimado indica que, a cada ponto percentual no custo/gasto total com pneus, o custo da manutenção sofre em média, um aumento de R\$ 2,08 (Tabela 6).

Tabela 6 - Coeficiente para regressão simples

| Modelo | Coeficiente não padronizado | | Coeficiente padronizado | t | Sig. |
|----------------------------|-----------------------------|------------|-------------------------|------|-------|
| | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 (Constante) | 142.589,137 | 47.559,86 | | 2,99 | 0,005 |
| Custos aplicados aos pneus | 2,082 | 0,043 | 0,734 | 6,02 | 0,000 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Então, foram acrescentadas outras variáveis independentes ao modelo de regressão para verificar quais outras variáveis também influenciam na variação do custo total da manutenção (variável dependente).

Para isto, foi feito o teste da correlação parcial, considerando a variável de controle “custo/gasto total com pneus”. Dessa forma, o efeito desta variável ficou isolado e a variável “número de veículos calibrados” apresentou o maior coeficiente de correlação positiva e significativa com o custo total da manutenção (0,371) (Tabela 7, correlação parcial). Ressaltando que foi retirado da amostra a variável “número de ordens de serviço”, pois na prática, os “custos aplicados aos pneus” já envolviam ordens de serviços não sendo possível avaliar de forma separada na análise de regressão.

Tabela 7 - Correlação parcial controlada pela variável “custos aplicados aos pneus”

| | VRALIN | VRBAL | KMTOFR | CUSTOMAN | NPNSUC | NVECAL | CPK | GASPNEST | CUSMOD |
|----------|--------|-------|--------|----------|--------|--------|------|----------|--------|
| VRALIN | 1,00 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| VRBAL | 0,36 | 1,00 | . | . | . | . | . | . | . |
| KMTOFR | 0,58 | 0,56 | 1,00 | . | . | . | . | . | . |
| CUSTOMAN | 0,36 | 0,22 | 0,22 | 1,00 | . | . | . | . | . |
| NPNSUC | 0,36 | 0,09 | 0,48 | 0,18 | 1,00 | . | . | . | . |
| NVECAL | 0,65 | 0,35 | 0,75 | . | 0,63 | 1,00 | . | . | . |
| CPK | -0,05 | -0,18 | 0,02 | -0,13 | -0,11 | 0,24 | 1,00 | . | . |
| GASPNEST | 0,24 | 0,00 | 0,46 | -0,19 | 0,41 | 0,33 | 0,23 | 1,00 | . |
| CUSMOD | 0,37 | 0,52 | 0,65 | 0,36 | 0,27 | 0,56 | 0,00 | 0,17 | 1,00 |
| | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,13 | 0,00 | 0,98 | 0,35 | . |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: VRALIN (valor do alinhamento), VRBAL (valor do balanceamento), KMTOFR (quilometragem total da frota), CUSTOMAN (custo total de manutenção), NPNSUC (número de pneus sucateados), NVECAL (número de veículos calibrados), CPK (custos de pneus por quilometragem), GASPNEST (gastos com pneus nas estradas) e CUSMOD (custo de mão de obra de serviço)

Novamente, o teste de correlação parcial foi executado empregando como variáveis de controle “custos aplicados aos pneus” e “número de veículos calibrados”. Dessa vez, a variável “gasto com pneus na estrada” apresentou correlação negativa e significativa (Tabela 8). As demais variáveis não apresentaram correlações significativas.

Assim, foram testados três modelos de regressão, tendo sempre como variável dependente “o custo total da manutenção”, sendo modelos com variáveis independentes (a) custos aplicados aos pneus (regressão simples); (b) custos aplicados aos pneus e número de veículos calibrados; (c) custos aplicados aos pneus, número de veículos calibrados e gasto com pneus na estrada. A seguir são apresentados os resultados e análises desses modelos

Tabela 8 - Correlação parcial controlada pelas variáveis “custos aplicados aos pneus” e “número de veículos calibrados”

| | VRALIN | VRBAL | KMTOFR | CUSTOMAN | NPNSUC | CPK | GASPNEST | CUSMOD |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| VRALIN | 1,00 | | | | | | | |
| VRBAL | 0,19 0,29 | 1,00 | | | | | | |
| KMTOFR | 0,18 0,33 | 0,48 | 1,00 | | | | | |
| CUSTOMAN | 0,17 0,37 | 0,10 0,59 | -0,09 0,63 | 1,00 | | | | |
| NPNSUC | -0,08 0,67 | -0,18 0,33 | 0,00 0,99 | -0,08 0,68 | 1,00 | | | |
| CPK | -0,28 0,13 | -0,29 0,11 | -0,24 0,19 | -0,24 0,20 | -0,34 0,06 | 1,00 | | |
| GASPNEST | 0,03 0,86 | -0,12 0,50 | 0,33 0,07 | -0,36 0,05 | 0,28 0,13 | 0,17 0,36 | 1,00 | |
| CUSMOD | 0,01 0,98 | 0,42 0,02 | 0,42 0,02 | 0,19 0,29 | -0,13 0,49 | -0,16 0,39 | -0,02 0,92 | 1,00 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: VRALIN (valor do alinhamento), VRBAL (valor do balanceamento), KMTOFR (kilometragem total da frota), CUSTOMAN (custo total de manutenção), NPNSUC (número de pneus sucateados), NVECAL (número de veículos calibrados), CPK (custos de pneus por kilometragem), GASPNEST (gastos com pneus nas estradas) e CUSMOD (custo de mão de obra de serviço)

Na Tabela 9, ao acrescentar a variável “número de ordens de serviço” (modelo b) o R^2 foi de 0,60, indicando que 60% da variação do custo total da manutenção são explicados pelos “número de veículos calibrados” e “custos aplicados aos pneus”. Enquanto que ao acrescentar a terceira variável “gastos com pneus nas estradas” (modelo c) o R^2 foi de 0,65. Portanto, o nível de precisão do “modelo c” é maior que os modelos a e b, indicando que 65% da variação do custo total da manutenção são explicados pelos custos aplicados aos pneus, número de veículos calibrados e gastos com pneus nas estradas.

Outra medida importante na avaliação da precisão dos modelos de regressão é o erro padrão estimado. Ao observar os modelos a, b e c (Tabela 9) o erro padrão diminuiu. Assim, quanto menor o erro padrão, melhor o modelo estimado (Cunha e Coelho, 2010).

Tabela 9 - Resumo dos modelos de regressão a,b e c

| Modelos | R | R ² | R ² ajustado | Erro padrão estimado |
|---------|--------------------|----------------|-------------------------|----------------------|
| a | 0,734 ^a | 0,54 | 0,52 | 64788,30 |
| b | 0,776 ^b | 0,60 | 0,58 | 61166,72 |
| c | 0,809 ^c | 0,65 | 0,62 | 57996,77 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: (a) Indicadores: (Constante), custos aplicados aos pneus

(b) Indicadores: (Constante), custos aplicados aos pneus, número de veículos calibrados

(c) Indicadores: (Constante), custos aplicados aos pneus, número de veículos calibrados e custos com pneus nas estradas

O teste ANOVA (Tabela 10) fornece os resultados da soma dos quadrados dos resíduos e quanto menor for este resultado, melhor o modelo estimado, pois este indica a parte não explicada pelas variáveis independentes sobre a variável dependente. Observa-se a soma dos quadrados dos resíduos (valor residual) diminuiu entre os modelos a, b e c (Tabela 9).

Também verifica a influência significativa das variáveis independentes sobre a variável dependente, indicando significância estatística nos três modelos (Tabela10).

Tabela 10 - Teste Anova para os modelos de regressão a, b e c

| Modelos | Soma dos quadrados | df | Média | F | Sig. |
|------------|--------------------|----|-----------------|-------|--------------------|
| Regressão | 152333720081,75 | 1 | 152333720081,75 | 36,29 | 0,000 ^a |
| a Residual | 130123221638,46 | 31 | 4197523278,66 | | |
| Total | 282456941720,22 | 32 | | | |
| Regressão | 170215911487,89 | 2 | 85107955743,94 | 22,75 | 0,000 ^b |
| b Residual | 112241030232,33 | 30 | 3741367674,41 | | |
| Total | 282456941720,22 | 32 | | | |
| Regressão | 184911796888,29 | 3 | 61637265629,43 | 18,32 | 0,000 ^c |
| c Residual | 97545144831,93 | 29 | 3363625683,86 | | |
| Total | 282456941720,22 | 32 | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: (a) Indicadores: (Constante), custos aplicados aos pneus

(b) Indicadores: (Constante), custos aplicados aos pneus, número de veículos calibrados

(c) Indicadores: (Constante), custos aplicados aos pneus, número de veículos calibrados e custos com pneus nas estradas

O valor do coeficiente padronizado (Beta) (Tabela 11) da variável “custos aplicados aos pneus” (0,66) possui maior magnitude que as demais variáveis independentes (modelo c, Tabela 9), sendo que todos os coeficientes foram significativos. Além disso, o indicador de “gastos com pneus nas estradas” teve um

coeficiente negativo (-0,26) (Tabela 11), decorrendo que quanto maiores forem os gastos com pneus nas estradas, menores serão os custos de manutenção.

Os valores gastos com pneus das estradas dizem respeito somente a troca ou substituição do pneu. Isto aumenta os gastos com pneus, por exemplo, trocar o pneu pelo e conserto do pneu usado. O custo desta substituição é feita através de um *chek-list*, que é efetuado na manutenção através de número de ordens de serviço, aumentando-se os custos totais com manutenção. No entanto, ao observar a correlação de Pearson (Tabela 3, p. 108) percebe-se que os gastos com pneus nas estradas não foram significativos no número de ordens de serviço ($r=0,33$ e sig. 0,06). Assim, o resultado negativo do coeficiente beta da análise de regressão múltipla entre gastos com pneus nas estradas e custo total de manutenção podem ser em decorrência da não significância entre o primeiro sobre as ordens de serviço de manutenção.

Em se tratando da hipótese (H1) de que quanto maiores forem os custos aplicados aos pneus, maiores serão os custos da manutenção esta é confirmada pela análise de regressão simples e múltipla, onde este apresentou o coeficiente padronizado em maior magnitude no modelo c (Tabela 11). Ademais, os três indicadores avaliados no modelo c são indicadores relacionados a pneus em que foi constatado que esses influenciam em 65% da variação do custo total da manutenção.

Tabela 11 - Coeficientes para os modelos de regressão a, b e c

| Modelos | Coeficiente não padronizado | | Coeficiente padronizado | t | Sig. | Estatística de colinearidade | |
|---------------|-----------------------------|-------------|-------------------------|-------|------|------------------------------|------|
| | B | Erro padrão | Beta | | | Tolerância | FIV |
| a (Constante) | 142589,14 | 47559,86 | | 3,00 | 0,01 | | |
| GAAPLPNEUS | 2,08 | 0,35 | 0,73 | 6,02 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| b (Constante) | -82800,71 | 112449,03 | | -0,74 | 0,47 | | |
| CUAPLPNEUS | 1,74 | 0,36 | 0,61 | 4,79 | 0,00 | 0,81 | 1,23 |
| NVECAL | 46,40 | 21,22 | 0,28 | 2,19 | 0,04 | 0,81 | 1,23 |
| c (Constante) | -109399,57 | 107378,10 | | -1,02 | 0,32 | | |
| GAAPLPNEUS | 1,86 | 0,35 | 0,66 | 5,33 | 0,00 | 0,79 | 1,27 |
| NVECAL | 61,16 | 21,33 | 0,37 | 2,87 | 0,01 | 0,72 | 1,39 |
| GASPNEST | -30,13 | 14,41 | -0,26 | -2,09 | 0,05 | 0,80 | 1,25 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: (a) Indicadores: (Constante), custos aplicados aos pneus

(b) Indicadores: (Constante), custos aplicados aos pneus, número de veículos calibrados

(c) Indicadores: (Constante), custos aplicados aos pneus (CUAPLPNEUS), número de veículos calibrados (NVECAL) e custos com pneus nas estradas (GASPNEST)

Por fim, os testes da multicolinearidade entre as variáveis independentes indicaram não haver multicolinearidade entre as variáveis independentes. Segundo Hair Jr. *et al.* (2010), o valor máximo aceitável de VIF seria 5,0, qualquer valor acima deste indicaria problemas de multicolinearidade. Enquanto que valores de tolerância abaixo de 0,10 indicariam problema com multicolinearidade.

Vale dizer que outros modelos foram gerados a fim de verificar a influência de demais variáveis sobre o custo total da manutenção. Foram testados modelos avaliando as correlações parciais entre as variáveis, sendo controladas as variáveis independentes já inseridas nos modelos anteriores. Entretanto, os resultados do coeficiente beta não foram significativos indicando que as demais variáveis deveriam ser retiradas do modelo.

Questões podem ser levantadas e discutidas pela importância dos temas apresentados, neste momento como uma análise dos temas abordados nesta dissertação, como por exemplo: (1) A TPM é exigida pelos clientes?; (2) Qual o impacto com relação ao custo da empresa de estudo (em valores)?; (3) Quais as contribuições para a empresa da gestão de manutenção e pneus?; (4) Quais são os resultados aproximados desta análise de perdas? e (5) O que a falta de comprometimento gera de perda no setor operacional da empresa de estudo?

Para analisar a questão (1), vamos recorrer a pesquisa abordada da Abramam (2007) Tabela 01, p. 53, que nos últimos sete anos (1995 a 2007) a média das empresas que adotam TPM foi de 14,54%, mesmo sendo uma prática adotada a bastante tempo no exterior, no país ainda é uma técnica nova, que demora 3 anos para sua implementação, conforme Suzuki (1992) relata que ela cresceu rapidamente nas indústrias japonesas e foi largamente implantada por outras empresas, tem fortes razões para sua implantação, como; ótimos resultados nas operações, melhoria de ambiente, possibilita também um ganho de prêmio, outorgado pela JIPM para as empresas que se destacam, por isso num futuro próprio a TPM passará a ser exigida nas empresas que possuem estas práticas, e certamente quem sair na frente em adotar estas práticas, vai ganhar muito em competitividade, qualidade e redução de custo, com diminuição de perdas, envolvimento de todos os colaboradores e ganhos de produção.

A segunda questão analisa o impacto destes custos dentro da empresa de estudo, por se tratar do segundo e terceiro maiores custos das empresas de

transportes, é a questão chave destas empresas para a tomada de decisão, pelos investimentos muitos altos em renovação de frotas, para atender as exigências de seus clientes, pois se na empresa tiver veículos acima de 10 anos, os custos de manutenção destes veículos variam de R\$ 0,25 a R\$ 0,35 por km, ao passo que com acordos de manutenção de veículos novos até cinco anos o custo de manutenção variam de R\$ 0,15 a R\$ 0,20 por km, portanto uma redução de 40%, ou seja, numa quilometragem mensal de 1.455.189 km, o custo mensal com veículos mais velhos foi de R\$ 363.797,25, ou seja, reduzindo o custo de manutenção para os veículos mais novos (218.278,35), portanto uma redução de R\$ 145.518,90 mensais em 12 meses (R\$ 1.746.226,80), com este resultado daria para comprar 5 veículos novos num mesmo ano.

Já para a questão (3) a contribuição para a empresa em estudo permite fazer uma análise no investimento do alinhamento e balanceamento (em torno de R\$ 35.000,00 reais) realizá-lo dentro da empresa, pelo porte da empresa que ela tem (números de veículos), sabendo através da pesquisa que pneus representa 54% no custo da manutenção, os números de alinhamentos e balanceamentos são poucos realizados, se triplicasse esses números internamente daria um retorno deste investimento em apenas um ano, pois o setor de manutenção não pode falhar na gestão de pneus, pois ciente destas perdas, o setor de manutenção tem que adotar práticas modernas (TPM, 5s, Multiespecialização), e assim ficar dentro dos indicadores pré-estabelecidos. Permite também rever os processos do setor operacional que atuam nesta área e cobrar resultados destes processos.

A questão (4) os resultados desta análise de perdas são altamente significativas, para melhor visualizar esta análise precisamos saber da dimensão da frota deste estudo, o quanto ela roda por mês, em: a) números de veículos, b) números de pneus, c) tipos de veículos, d) medidas de pneus, e) marcas de pneus, f) modelos de pneus, g) principais reformadores, h) principais desenhos de reforma, descritos abaixo.

a) números de veículos da frota atuante 490 (Volvo, Scania, Mercedes-Bens, Iveco para os cavalos e Randon, Librelato, América e Fachini para as carretas)

b) números de pneus rodando: da dianteira – 312; tração - 504; lisos trucks e carretas, - 4.784 pneus;

c) os tipos de veículos são: carretas 3 eixos – 32,99%; tanques GLP – 14,46%, cavalos 6x4 12,83% e 4x2 9,16 %; *truck* 11%; prancha 9,16%; carretas *sider* 3,26% e *bug* 1,02%;

d) medidas de pneus: 29580R22,5 - 70,03%; 11-00R22 - 20,98 %; 27580r22,5 – 2,74%; 1000R20 – 2,19%; 27570R22,5 – 1,25%; 27575R22,5 - 0,57%; 21575R22,5 - 0,35% e outros 1,09%;

e) marcas de pneus: Bridgestone - 34,63%; Goodyear - 33,02%; Michelin - 29,67% ; Firestone - 1%; Kumho - 0,78%; Pirelli - 0,39 % e outros - 0,51%;

f) modelos de pneus: Bridgestone R250 - 39,14%; Goodyear G359 - 26,46%; Michelin XZE2+ - 20,12%; Pirelli FR25 - 2,61%; outros - 11,67%;

g) principais reformadores: Bandag (Unicap) - 55,87 %; Tipler (Jardim) - 42,83%, Michelin - 0,87% e outros - 0,43%;

h) principais desenhos de reforma: RT61 Tipler - 40,68 %; BTLAS2 (Bandag) - 31,84%,; BDR2SA (Bandag) - 22,41%; XTE (Michelin) - 3,67% e outros - 1,40%.

A média geral do km percorrido de 2009/2010/2011 foi de 1457.420 km, as principais perdas levantadas em pneus foram: na dianteira no estudo interno realizado dentro da empresa os pneus rodam na média de 85.000 km e de tração foi de 72.000 km, (nota-se que os pneus furados, cortados e estourados são substituídos por outros, cada vez que isto ocorre fecha o km rodado do pneu).

A fórmula a ser utilizado para cálculo de custo por quilometro rodado em pneus para veículos de transporte rodoviário de cargas, segundo a Bandag (2007) para n + 1 reformas são:

1. Utilizar a primeira vida com posterior venda da carcaça;

$$CF1 = \frac{C0 - (1 \cdot P0) \times V0}{K0}$$

2. Uso da primeira vida mais uma reforma e posterior venda da carcaça;

$$CF2 = \frac{(C0 + CR) \cdot (1 \cdot P1) \times V1}{(K0 + k1)}$$

3. Uso da primeira vida mais duas reformas e posterior venda da carcaça;

$$CF3 = \frac{(C0 + 2 \times CR) \cdot (1 \cdot P2) \times V2}{(K0 + K1 + K2)}$$

4. Uso da primeira vida mais três reformas e posterior venda da carcaça;

$$CF4 = \frac{(C0 + 3 \times CR) \cdot (1 - P3) \times V3}{(K0 + K1 + K2 + K3)}$$

onde:

- CF - Custo final do pneu;
- C0 - Custo de aquisição do pneu novo;
- CR - Custo de recape;
- V0 - Valor de venda das carcaças de primeira vida;
- V1 - Valor de venda das carcaças após o primeiro recape;
- V2 - Valor de venda das carcaças após o segundo recape;
- V3 - Valor de venda das carcaças após o terceiro recape;
- K0 - Quilometragem percorrida pelo pneu em primeira vida;
- K1 - Quilometragem percorrida pelo pneu após primeiro recape;
- K2 - Quilometragem percorrida pelo pneu após o segundo recape;
- K3 - Quilometragem percorrida pelo pneu após terceiro recape;
- P0 - índice de perdas dos pneus (sucateados) de primeira vida (sem possibilidades de venda);
- P1 - índice de perdas de pneus (sucateados) após primeiro recape (sem possibilidades de venda) – Acumulado P0;
- P2 - índice de perdas de pneus (sucateados) após segundo recape (sem possibilidades de venda) – Acumulado P1;
- P3 - índice de perdas de pneus (sucateados) após terceiro recape (sem possibilidades de venda) – Acumulado P2.

As perdas podem ser medidas e mensuradas nas análises de sucata mensais dos pneus fora de uso, por avaliação de desgastes dos pneus, principalmente nos pneus novos da dianteira, tração e truck, e por inspeção de veículos realizados (onde realiza uma análise de prejuízos potenciais e apresenta sugestões de melhoria da operação em redução de custos com pneus e operacionais).

A estimativa na compra de um pneu novo, espera-se que estes pneus rodem pelo menos 100.000 km na sua primeira vida (via útil), ao preço de mercado na medida 29580R22,5 é em torno de R\$ 1.100,00, com um só alinhamento e um só

balanceamento em toda a primeira vida do pneu, portanto utilizando a primeira fórmula;

$$CF1 = \frac{1100,00 - (1 \cdot 1) \times 200,00}{100.000\text{km}} = \frac{1100,00 - 200,00}{100.000\text{km}} = 0,0090 \text{ (valor do CPK)}$$

Na análise de pneus novos (pneus dianteiros), portanto se a média da empresa gira em torno de 85.000 km, o CPK dos pneus é:

$$\frac{1100,00 - (1.1) \times 200,00}{85.000 \text{ km}} = \frac{900,00}{85.000\text{km}} = 0,010 \text{ de CPK}$$

Da condição de compra para a situação de uso, o CPK variou de 0,009 para 0,010 ou seja, 10%, multiplicando pelo números de pneus da dianteira da empresa de estudo (312), vezes o valor do pneu de mercado R\$ 1100,00 cujo resultado é R\$ 343.200,00, estimando a perda apurada de 10% (média apurada do CPK) a empresa perdeu em desempenho dos pneus, por efetuar somente um alinhamento e um balanceamento em R\$ 34.320,00 reais.

Para os 504 pneus de tração da empresa, não compra pneus novos para reposição dos mesmos, usa somente pneus ressolados de primeira vida borrachudo Bandag, girando em torno da média de 72.000 km, e pneus novos somente quando da chegada de veículos novos (média de consumo de pneus novos gira em torno de 68.000km), bom notar que nesta média são para cinco tipos de segmentos (tanques GLP, pranchas, carga secas, trucks, fracionadas).

Já para calcular a perda do total de pneus da frota foi feito uma inspeção em 20 veículos, onde foram inspecionados 197 pneus, representa 4,11% deste total de pneus, sendo que 16 direcionais, 32 tracionais e 149 livres (total de pneus frota 4862 efetivamente rodando), onde foi constatado quanto a **profundidade de sulcos**: a faixa de remoção – 10 pneus (5%); na faixa de alerta (30%); acima do sulco de remoção: 8 pneus (4%); **acima da faixa de alerta**: 179 pneus (91%), e a pressão de ar: não verificada foi 10 (5%), muito baixa 39 (20%), pressão baixa 70 (36%), pressão normal 53 (27%) e pressão alta 25 (13%), **quanto a emparelhamento**: emparelhados 164 (83%), desemparelhados 32 (16%), não verificados 1 (1%), **quanto laudos de Inspeção – pneus**: Corrigir pressão 60 (30%), desemparelhado 23 (12%), pressão de ar não revisada 20 (10%), paralelismo entre eixo 19 (10%) e falta de tampinha de válvula 18 (9%).

Analisando o total de prejuízo projetado para a frota no ciclo de vida dos pneus aplicados foram conforme a Tabela 12.

| Prejuízos Potenciais | Remanescente | Original |
|---------------------------------|----------------|------------|
| Desgastes por pressão incorreta | R\$ 110.772,84 | 237.180,76 |
| Desgastes por desemparelhamento | 23.248,44 | 69.240,24 |
| Desgastes irregulares | 14.950,48 | 152.336,31 |
| Perdas de carcaças | 67.884,33 | 67.884,33 |
| Socorros em estradas | 6.806,38 | 6.806,38 |
| Total | 223.612,50 | 533.448,02 |

Tabela 12 – Total do prejuízo projetado.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelas análises de sucatas, tiradas como por exemplo nos meses de setembro e outubro de 2010, podemos apontar as perdas mensais dos pneus fora de uso (descartados) da empresa, conforme Tabela 13.

Tabela 13 – Perdas mensais dos meses de setembro e outubro/2010. Continuação

| | Setembro 2010 | Outubro 2010 |
|--------------------------|------------------------------------|--|
| Pneus inspecionados | 85 | 87 |
| Idade média dos pneus | 47 meses | 46 meses |
| Índice de Recapabilidade | 1,3 vidas | 1,2 vidas |
| Sulco remanescente | 6,4mm | 5,8mm |
| Causas de sucateamento: | Naturais – 47% Acidentais – 53% | Naturais – 55,1% Acidentais - 44,8% |
| Laudos de aplicação: | | |
| A- utilização | 81% | 77% |
| B- carcaça | 16% | 19,5% |
| C-especificação | 0% | 0% |
| D- consertos | 2% | 0% |
| E- Reformas | 0% | 3,4% |
| F- outros | 0% | 0% |

Tabela 13 – Perdas mensais dos meses de setembro e outubro de 2010. Final.

| Prejuízos : | Quantidades SET OUT | Naturais SET OUT | Acidentais SET OUT | Totais SET/ OUT |
|--------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Borracha | 63 | R\$ 2.949,67 | R\$ 3.948,70 | R\$ 6.898,37 |
| Remanescente | 48 | R\$ 3.642,32 | R\$ 2.441,58 | R\$ 6.083,90 |
| Carcaças | 7 | R\$ 1.955,40 | R\$ 509,00 | R\$ 2.464,40 |
| | 21 | R\$ 2.750,00 | R\$ 5.336,00 | R\$ 8.086,00 |
| TOTAL | 85 | R\$ 4.905,07 | R\$ 4.457,70 | R\$ 9.362,77 |
| | 87 | R\$ 6.392,32 | R\$ 7.777,58 | R\$ 14.169,90 |

Fonte; Elaborado pelo autor.

A soma de prejuízos nas análises de sucata dos meses de SET/OUT de 2010 foi de R\$ 23.532,67, e a média dos dois meses foi de R\$ 11.766,33 multiplicamos por doze meses, é o montante de R\$ 141.196,02, portanto somando as perdas de pneus dianteira R\$ 34.320,00 + perda na inspeção R\$ 223.612,50 + análise de sucata R\$ 141.196,02 = dando como prejuízo o valor de R\$ 399.128,52 (anual), baseados em três pontos dos assuntos pesquisados; alinhamento (desgastes), controle de pressão, análise de sucata (pneus fora de serviço).

A questão (5) A interface entre a manutenção de frotas e de pneus, junto à expedição, pátio e tráfego mostram o relacionamento de comunicação e comprometimento entre normas, processos e procedimentos que mais afetam as empresas de transportes no setor operacional.

Estes três setores operacionais (gestão de manutenção, pneus, tráfego, pátio e expedição) são os elos chave da redução de custo e do aumento da produção, pois se um deles falhar todo o sistema fica ineficiente e compromete os demais e influencia no desempenho da empresa. Como por exemplo;

- Serviço não executado na manutenção: resultam em quebra de veículo na estrada
- Problemas com pneus: acarretam atrasos nas entregas;

- Falta de comunicação, comprometimento entre o tráfego, expedição, para com os veículos que chegam à empresa, para desviar da execução das inspeções dos veículos na triagem para realização do check-list da manutenção: gera custos nas normas e procedimentos da qualidade da empresa.
- Falta de comunicação nas liberações dos veículos na manutenção e pneus, quando da solicitação da expedição: gera perda de faturamento e de clientes da empresa.
- Se o veículo é liberado pela gestão de manutenção e pneus para o carregamento e o tráfego não tem motorista para atender o carregamento do cliente: isto gera perda de faturamento e de clientes.
- Se o setor de tráfego sabendo do programa de manutenção preventiva, ignora e segura este veículo por muito tempo fora: podem ocasionar o acúmulo de manutenções tanto de preventivas como corretivas gerando custo para a empresa.
- O carregamento de excesso de peso nos veículos, desvios de rotas, a mando de seus líderes: pode resultar um custo maior no processo de manutenção da empresa para seu controle como quebras e avarias.
- Pátio dos veículos desorganizados, veículos sujos, com problemas não direcionados ao setor de lavagem e da triagem para a check-list da manutenção: compromete a imagem da empresa.

Uma gestão eficaz das práticas de interface envolvendo os três setores operacionais (gestão da manutenção, gestão de pneus, tráfego, pátio e expedição), gera benefícios na gestão de frotas, tais como;

- Redução de custo;
- Melhor qualidade e desempenho dos serviços;
- Maior controle de peças e componentes utilizados;
- Aumento das médias do veículo da frota e diminuição do consumo de combustível;
- Melhor gestão de controle de pneus;
- Melhor controle de garantias de serviços internos e externos;

- Diminuição de retrabalhos (como ocorrências, quebras e eventos indesejáveis), e.
- Aumento na disponibilidade dos recursos da frota.

6. CONCLUSÕES

O objetivo geral deste trabalho foi identificar as práticas e indicadores de desempenho da área de manutenção na gestão de pneus e também, analisar a influencia dos custos aplicados aos pneus sobre o custo total de manutenção.

A natureza da pesquisa foi exploratória, caracterizando-se como um estudo de caso em uma transportadora. A coleta de dados ocorreu por meio de análise documental e observação direta. A análise de dados envolveu duas fases: qualitativa e quantitativa. A fase qualitativa utilizou a análise de conteúdo e na fase quantitativa foi empregada à análise de correlação e regressão.

As práticas e indicadores de desempenho da manutenção na gestão de pneus foram revelados com a revisão teórica e pesquisa de campo, conforme sintetizadas no Quadro 20 (p.105), respondendo as questões de pesquisa um e dois (Q1 e Q2), formuladas na introdução (Seção 1.1), que são: (Q1) quais são as práticas da gestão da manutenção que representam o conceito de manutenção na gestão de pneus? (Q2) quais são os indicadores de desempenho operacionais dentro da manutenção na gestão de pneus? De forma resumida, o conceito de manutenção na gestão de pneus foi fundamentado por 11 práticas e o conceito de desempenho por 13 indicadores (Quadro 20, p.105).

A pesquisa qualitativa também revelou que a falta do comprometimento dos envolvidos nas áreas operacionais (tráfego, pátio, motoristas, colaboradores, encarregados e filiais) quanto aos seus processos, influenciam na gestão de manutenção e pneus.

Já na análise quantitativa, a questão 3, formulada na introdução deste trabalho (Seção 1.1), que foi: (Q3) quais medidas da área de manutenção na gestão de pneus estão associadas significativamente ao desempenho de custos aplicados aos pneus; foi respondida pela análise de correlação de Person, conforme Tabela 4 (p.116). As variáveis associadas positiva e significativamente aos custos aplicados

aos pneus foram o número de ordens de serviço, custos total de manutenção, número de pneus sucateados e número de veículos calibrados.

Os resultados da análise de regressão simples revelaram que 54% da variação nos custos totais de manutenção dizem respeito aos custos aplicados aos pneus (análise de regressão simples) e 65% da variação nos custos totais da manutenção dizem respeito a três variáveis conjuntamente: custos aplicados aos pneus, número de veículos calibrados e custos com pneus nas estradas. Estes resultados respondem a questão quatro (Q4) deste trabalho, que é quanto os custos aplicados aos pneus representam sobre o custo total de manutenção. Portanto, confirma-se a hipótese de quanto maiores forem os custos aplicados aos pneus, maiores serão os custos totais da manutenção. Na análise estatística esta hipótese foi comprovada pelos coeficientes de correlação positivo e significativo entre essas duas variáveis de 0,73 e 0,66, conforme apresentados na análise de regressão simples e análise de regressão múltipla, respectivamente (Tabela 11, p. 120).

6.1 Contribuições Acadêmicas e Gerenciais

A escolha desse tema de pesquisa justificou-se pela importância da logística no transporte de cargas pelo sistema rodoviário e é neste cenário que a manutenção está inserida. Assim, o presente trabalho contribuiu para um aperfeiçoamento dos conhecimentos nas áreas de gestão de frota, manutenção, pneus e indicadores de desempenho voltados a serviços de transportes.

Este estudo proporcionou melhorias para a empresa em estudo no que diz respeito à manutenção e gestão de pneus, revelando como os indicadores relacionados aos custos de pneus afetam o desempenho operacional da manutenção. Também, acredita-se que o estudo contribuiu para o aperfeiçoamento do conhecimento sobre estes temas para os profissionais desta área.

Na revisão teórica na área de manutenção para gestão de pneus (por exemplo, Campos e Belhot, 1994; Loch, 2007; Barros e Lima, 2009; Haviaras, 2005) foi constatado que pouco se sabia sobre práticas de manutenção, gestão de pneus e medição de desempenho conjuntamente. Ressaltando a importância desse setor, sua ascensão e crescimento econômico nos últimos anos. Portanto, esse estudo contribuiu para complementar os estudos existentes, revelando as práticas desta

área e em especial os indicadores de desempenho usados e seus referidos conceitos, além da relação entre esses indicadores por meio dos testes estatísticos.

Acredita-se que a revisão teórica e os resultados das análises (confronto de teoria e prática) poderão ser utilizados e aperfeiçoados por profissionais da área de transportes e pneus, como também por futuros pesquisadores. As sugestões para trabalhos futuros e limitações são apresentadas a seguir.

6.2 Limitações da Pesquisa e Sugestões para Futuros Trabalhos

A limitação do presente estudo refere-se apenas a pesquisa em uma só empresa e por esta razão os dados desta pesquisa não podem ser generalizados para o setor de transporte de cargas rodoviário. Portanto, uma das sugestões para futuros trabalhos é realizar uma pesquisa *survey* com várias empresas a fim de testar estes e outros indicadores utilizados para ampliar o estudo realizado. Não obstante, esta pesquisa tornou-se relevante por vivenciar na prática os dados reais apresentados e confrontá-los com a teoria pesquisada.

Seria interessante que estudos futuros apresentassem e analisassem indicadores financeiros, voltados para estratégia, confrontando com a área de manutenção na gestão de pneus a fim de averiguar a influência destes sobre indicadores financeiros e não somente por indicadores operacionais.

Sugere-se que futuros estudos desenvolvam estudos multicase e pesquisas *survey* no setor de transportes de cargas rodoviários, usando esses conceitos e variáveis para um confronto dos resultados encontrados neste trabalho. Hair Jr. *et al.* (2005) apresentam que um conceito pode ser definido por no mínimo cinco variáveis. Assim, seria interessante validar o conceito gestão da manutenção e de indicadores de desempenho explorados neste artigo em estudos quantitativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELO, L.B. Indicadores de Desempenho Logístico, Dissertação Mestrado, GELOG USP, Florianópolis, SC, 2005.

AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT. Assessoria de Comunicação Social - Transporte Terrestre Números do Setor, Agosto, 2005.

ANTHONY, R.N.; GOVINDAJARAN. V. **Sistemas de Controle Gerencial**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

ARANTES, C. **Gestão Estratégica**. São Paulo: Editora Saraiva, 2002.

ARCURI FILHO, R. **Avaliação do Desempenho Empresarial da Manutenção**, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Manutenção – URFJ/Copiman/Abraman – 2001/2002.

ARCURI, FILHO, R. Medição de Sistemas: Uma Abordagem Holística, Estratégica e Institucional para a Gestão da Manutenção. 2005. 148 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Gestão, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

ARNOLD, J.R.T. **Administração de Materiais**. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO – ABRAMAN. Documento Nacional, 2007 Disponível em: <http://www.abramam.org.br>. Acesso em Março, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5462: **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE PNEUS E AROS - ALAPA. **Manual de Normas Técnicas**, 2004. São Paulo: ALAPA, 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS - ANIP. **Vendas de Pneus para Caminhões e Ônibus no Brasil**. São Paulo: ANIP, 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS - ANIP, Dicas e Manutenção. Disponível em: <http://www.anip.com.br>. Acesso em: 19 de novembro de 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS - ANTC. Disponível em: <http://.ntc.org.br>. Acesso em 13 de fevereiro de 2011.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: planejamento, organização e logística Empresarial. Porto Alegre: Bookman, 1993.

BALLOU, R. H. **Business Logistics Management**. Prentice Hall: New Jersey, 1998.

BARROS, J. F. R; LIMA, G.B.A. A Influência da gestão da manutenção nos resultados da organização. IN: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. **Anais**. V Congresso Nacional de Excelência de Gestão, 2 a 4 de julho, volume 1, Niterói, 2009.

BARTHOLOMEU, P. Crônica de Uma Falência Anunciada. **Revista Negócios em Transportes**. São Paulo: ISSU, ano 3, agosto, 2005.

BANKER, S. The Performance Advantage. **Revitalizing the Workplace**. Agosto, 1995.

BENGTOSON, M. e JACKSON, M. Important aspects to take into consideration when deciding to implement condition passed maintenance department of innovation. Department of Innovation, **Design and Product Development**, Malardalen University, PO BOX 325, Sweden, 2003.

BEAUMONT, N. Best Practice in Australian Manufacturing Sites. **Techinnovation**. V.25, n.11, p.1291-1297, 2005.

BITITCI, A.S.; MC DEVITT, L. Integrated Performance Measurement Systems: an audit and development guide. **The TQM Magazine**. Wagon Lane: Emerald, V. 17, n. 5, 1997.

BITITCI, U. S. AND TURNER, T. Dynamics of Performance Measurement Systems. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol.20 n. 6, pp 692 a 704, 2001.

BITITCI, U. S. AND TURNER, T. J. The viable business structure for measurement agility. **International Journal of agile Management Systems**, Vol. 1, Nº 3, pp.190 - 199, 1997.

BOND, T. C. The Role of Performance Measurement in Continuous Improvement. **International Journal of Operations & Production Management**. Wagon Lane: Emerald. V. 19, 1999.

BOND, E., Medição de Desempenho para a Gestão da Produção em um Cenário de Cadeia de Suprimentos, 119p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção).

Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade de São Paulo, São Carlos, 200.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN. Resolução 558/80. Brasília, 1980.

BRASIL, IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. Pesquisa a IBGE Cidades, 2009. Disponível em www.ibge.gov.br/cidadessat/topwindow.htm?. Acesso em 15 de novembro de 2011.

BRIDGESTONE BANDAG TIRE SOLUTIONS – BBTS. Centro de Treinamento Bandag Mercosul, Campinas, 2010.

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

CAMPOS, F. C.; BELHOT, R.V. Gestão de Manutenção de Frotas de veículos, uma revisão. **Gestão da Produção**. São Carlos: UFSCar, 1994.

CAMPOS, V. F. **O Sistema de Manutenção Padronizado, Gerenciamento de Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

CARRIJO, J. R. S.; LIMA, C. R. C. Disseminação TPM, Manutenção Produtiva Total nas Indústrias Brasileiras e no Mundo: Uma Abordagem Construtiva. IN: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, Rio de Janeiro, 2008. Anais. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP 2008, Rio de Janeiro, RJ 13 a 16 de outubro de 2008.

CAPETTI, E. J, O Papel da Gestão da Manutenção no Desenvolvimento da Estratégia de Manufatura. 2005. 168 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.

CARVALHO, N.C. Avaliação de desempenho empresarial aplicado à manutenção: uma abordagem sistêmica. 2005, 120 p. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão) – Programa de Pós-Graduação em Sistema de Gestão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

CENTRO DE TREINAMENTO BANDAG MERCOSUL - CTBM, Campinas, 2010.

CLEMENTE, Q.K. Gestão de Frota de Veículos Rodoviários Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial Dispositivos e Redes de Sistemas Logísticos. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2008.

COLLIS, J; HUSSEY, R. **Um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. 2ª edição, Porto Alegre: Bookman, p. 349, 2005.

COHEN, A.R.; FINK, S.L. **Comportamento Organizacional**: conceitos e estudos de casos. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES – CNT. Relatório Analítico – Pesquisa Empresa de Cargas CNT. Disponível em: www.cnt.org.br. Acesso em: Fev/2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES – CNT. Transportes de carga no Brasil: ameaça e oportunidades para o desenvolvimento do país. Disponível em: www.cnt.org.br. Acesso em: 02/2011.

CORDEIRO, J. V. B. M.; RIBEIRO, R. V. Gestão da empresa. Coleção Empresarial. Disponível em: www.sfrancisco.edu.br/coleção-gestão.asp. Acesso em: Junho/2007.

COUNCIL OF LOGISTISTICS MANAGEMENT – CLM. *Seção CLM Definition of Logistics Management*. Disponível em: [Http://www.clm1.org/Website/AboutCLM/Definitions](http://www.clm1.org/Website/AboutCLM/Definitions). Acesso em: 08 sets 2010.

CROSS, K. F. E LYNCH, R. L., The “SMART” way to define and sustain success. **National Productivity Review**, Vol.9, nº 1, pp. 23 -33, 1990.

CROSS, K. F. E LINCH, R. L., The “SMART” way to define and sustain sucess. **National Productivity Review**, v. 8, n.1, p. 23 a 33, 1990.

CRUZ, L.M. Adeus ao fio de bigode. Negócios em Transportes. São Paulo: número 28, pg.12 – 15, agosto, 2005.

DARIO, M.; MAZZEI, A.M. Manutenção: controle de pneus em frota. 2009. 29 p. Monografia (Curso Superior de Tecnologia de Logística) - Universidade Metodista de Piracicaba, 2009.

DAFT, R.L. **Teoria e Projeto das Organizações**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.

DAVIES, H.J.; KOCHAR, A.K. A Framework, for the Selection of best practices. **International Journal of Operations & Production Management**. Wagon Lane: Emerald, V.20, nº 10, 2002.

DELLAGNELO, E.H.L.; DELLAGNELO, J.R.G. Modelos de Eficácia Subjacentes aos Programas de Remuneração Variável. **Revista de Negócios**. Blumenau, Dez. 1996.

DE LUCCA Consultoria e Assessoria Ltda, Disponível em www.delucaconsultass.com.br, acesso em 20/10/2010.

DE LUCCA Consultoria e Assessoria Ltda. Treinamento apresentado na empresa de em estudo, implantação dos programas: 5S, ISO 9000, Indicadores de desempenho, (Palestras).

DE TONI, A; TONCHIA, S., Performance measurement systems: models, characteristics and measures. **International Journal of Operations & Poductions Management**. Wagon Lane: Emerald, v.21, n. ½, p. 46 a 70, 1996.

DIAS FILHO, J.M.; CORRAR, L.J. Regressão Logística. In: CORRAR, Luiz J; PAULO, E; DIAS FILHO, José Maria (coordenadores). **Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

DIXON, J. R., NANNI, A. J., AND VOLLAMAN, T. E. The New Performance Challenge – Measuring Operations for World-Class Competition, Dow Jones-Irwin, Homewood, IL, 1990.

DORNIER, P. P.; ERNEST, R.; FENDER, M.; KOUVELIS, P. **Logística e operações globais: textos e casos**. São Paulo: Atlas, 2000. 721p.

DRUKER, P. E. The emerging theory of manufacturing, **Harvard Business Review**, May e June, pp.94 a 102. 1990.

ETZIONI, A. **Organização Moderna**. São Paulo: Pioneira, 1980.

ESPOSTO, K. F. Elementos Estruturais para a gestão de desempenho em ambientes de produção enxuta, tese de doutorado de pós-graduação e área de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP), 2008.

ESPOSTO, K. F. Identificação de Requisitos básicos de sistemas de Medição de desempenho e avaliações de casos de um sistema computacional de suporte.

Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, 2003.

FAYOL, Henry. **Administração Industrial e Geral**. São Paulo: Editora Atlas, 1950.

FERREIRA, A.A.; REIS, A.C.F.; PEREIRA, M.I. **Gestão Empresarial: de Taylor a Fayol aos Nossos dias. Evolução e Tendência Moderna Administração de Empresa**. São Paulo: Pioneira, 1987.

FLAMBOLTZ, E. Toward – A Theory of Human Resource Value in Formal Organization. **The Accounting Review**. Sarasota: American Accounting Association, 1979.

FLETCHER, C. Performance Appraisal and Management: the developing research agenda. **Journal of Occupation and Organizational Psychology**. Great Britain: The British Psychological Society, v 74, 2001.

FIGUEIREDO, S.; CAGGIANO, P.C. **Controladoria: teoria e prática**. São Paulo: Editora Atlas, 1992.

FITZGERALD, L.; JOHNSTON, R.; BRIGNALL, S.; SILVESTRO, R.; VOSS, C. **Performance Measurement in Service Businesses**. London: Institute of Management Accountants, 1991.

FLIPO, E. B. **Princípios de Administração de Pessoal**. São Paulo: Atlas, 1978.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. L. **Logística empresarial: A perspectiva brasileira**. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. L. **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira**, São Paulo: Atlas, 2000.

FLEURY, P. F. **Logística Empresarial**. Editora Atlas: São Paulo, 2002.

FUNDAÇÃO ADOLPHO BÓSIO DE EDUCAÇÃO NO TRANSPORTE - FABET. O desafio está de volta /Revista Melhor motorista de caminhão do Brasil, 2010, site: www.melhormotorista.com.br, Acesso em: 15/11/2010.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE - FNQ. Critérios de Excelência. O Estado da Arte da Gestão para a Excelência do Desempenho e o Aumento da Competitividade, 2003. Disponível em: www.fnq.org.br. Acesso em 20/10/2010.

GALVÃO, L. L. Medição de Desempenho Organizacional, as Práticas em Organização Brasileira Participantes do Programa de Qualidade no Serviço Público. 2001. Dissertação (Mestrado em Administração) - Departamento de administração da Faculdade de Estudos Sociais Aplicadas, Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

GHALAYNI, A. M.; NOBLE, J. S. and CROWE, T. J. An integrated dynamic performance measurement system for improving manufacturing competitiveness, **International Journal of Production Economics**, Vol. 48, pp. 207-25, 1997.

GHALAYNI et al. An integrated dynamic performance measurement system for improving manufacturing competitiveness. **International Journal of Production Economics**, Vol. 48, pp. 207-25, 1997.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLOBAL SUPPLY CHAIN FÓRUM, GSCF. In: Pires, S. R. I. **Gestão da cadeia de Suprimentos, Conceitos Estratégias, Práticas e Casos** 2ª edição, p. 41, 2010.

GLOBAL SUPPLY CHAIN FÓRUM, GSCF. In: PIRES, S.R.I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos, Conceitos Estratégias, Práticas e Casos**. 2ª edição, pp.41, 2010.

GOLDRATT, E. M.; FOX, R. E. **A corrida pela vantagem competitiva**. São Paulo: IMAM, 1986.

GUERREIRO, R. Modelo Conceitual de Sistema de Informações de Gestão Econômica: uma contribuição á teoria da comunicação da contabilidade. 1989. 229 p. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade, Universidade de São Paulo, USP, 1989.

HADJI, C. **Avaliação Desmitificada**. Porto Alegre: Artemed, 1993.

HADJI, C. **Avaliação regras do jogo**. Das Instruções aos Instrumentos. Lisboa: Porto Editora, 1993.

HAIR J. F. et al. **Análise Multivariada de Dados**. 5ª edição, Porto Alegre, Editora Bookman, p.600, 2005.

HAIR Jr., J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração**. Porto Alegre: Bookman, 471p. 2005.

HAMRICK, J. Eastward with TPM and CMM. **Industrial Engineering**. v. 26 n° 10, p.p.17 -18, outubro, 1994.

HANNON, D. Sipper lean on 4 PLS to Secure Capacity, Gain Agility Purchasing. **Journal of Business logistics**, Vol. 134, n° 7, pg 53, 2005.

HANNON, J. W.; COWIE, R. E. **Métodos práticos de treinamento de operadores**. Manual de Engenharia de Produção Maynard. São Paulo: Edgard Blucher, 1970.

HARDING, H. A. **Administração da produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

HAVIARAS, G. J. Metodologia para análise de confiabilidade de pneus radiais em frota de caminhões de longa distância, 2005. 128 p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2005.

HELOU JR, U. Manutenção mais barata. **Revista Exame**, edição 999, ano 45, pp.91, Editora Abril, setembro, 2011.

HRONEC, S. **Vital signs**: using quality, time, and cost performance measurements to chart your company's future. USA: Arthur Andersen, 1994.

INSTITUTO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS – COOPEAD. UFRJ, Centro de Estudos em Logística. Seleção de Prestadores Logísticos Adequando o Processo Seletivo a Cada Necessidade. Disponível em: <http://www.cel.coppead.ufrj.br>. Acesso em Fevereiro de 2011.

JIPM – Japan Institute Plant of Maintenance. Study activities, N° 1: Studies on Maintenance Optimen Strategies Managements System Issues and aims (visions) for JIPM, N° 2, Tokyo, Japão. Disponível em www.jipm.org.jp, acesso em 02 outubro de 2010.

JOSTES, R.; HELMES, M.M. Work Study - Total Productive Maintenance and its link to quality management. **Work Study**, vol. 43, n° 7, 18-20pp. MCB University Press, 1994.

JOHNSON, H. T. AND KAPLAN, R. S. **Relevance Lost, The Rise and Fall of Management Accounting**. Boston: Harvard Business School Press, 1987.

JURAN, J. A. **Qualidade Desde os Projetos**. Novos Passos para o Planejamento da Qualidade de Produtos e Serviços. São Paulo: Editora Pioneira, 1992.

JURAN, J.M. **Managerial breakthrough**: The classic book on improving management performance. 1ª edição, New York: McGraw-Hill Inc., 1995.

KAYDOS, W. **Measuring Managing and Maximizing Performance**. Cambridge: Productivity Press, MA, 1991.

KAPLAN, R. S. **Measures for Manufacturing Excellence**. Boston: Harvard Business School Press, MA, 1990.

KAPLAN, R.; NORTON, D. P. The balanced scorecard - measures that drive performance. **Havard business Review**. Boston: Harvard University Press, v. 70, nº 1, 1990.

KAPLAN, R. E NORTON, D. P. **Translating Strategy into Action**: The Balanced Scorecard. Boston: Harvard Business School Press, MA, 1996.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **The Balanced scorecard**. A estratégia em ação: Balanced Scorecard. Tradução Luis E.T. Frazão Filho, Rio de Janeiro: Campos, 344 p. 1997.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P.A. **Estratégia em Ação** - Balanced Scorecard. Rio de Janeiro: Campus, 3ª Edição, 1997.

KAPLAN, R.; NORTON, D. P. **Mapas estratégicos** - Balanced Scorecard. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

KARDECH, A. P.. **Gestão Estratégica e técnicas preditivas**. Rio de Janeiro: Qualimark, 1999.

KARDECH, A.; ARCURI, R.; CABRAL, N. **Gestão estratégica e avaliação do desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark. 2002.

KATO, J. M. Cenários Estratégicos para o Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil. 2005. 167 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianopolis, SC, 2005.

KRAJEWSKI, L.J.; RITZAM, L.R. **Operations management**: Strategy and analysis. 4th ed. USA: Addison Wesley, 1996.

KOTLER, P. **Marketing Management**: Analysis, Planning, and Control. 5ª ed. NJ: Prentice-Hall, 1997.

KOTLER, J.P.; HESKETT, J.L. **A cultura corporativa e o desempenho empresarial**. São Paulo: Makron Books, 1994.

KUEHNE, M. Logística de materiais: uma abordagem quantitativa, FAE Business School, 2005. Disponível em www.keuhne.com.br, acesso em 20/11/2010.

LAKE, P.B., MARTIN, T., PETT, J. Artigo QS 9000 and Automotive Quality, Requisitos do Sistema de Qualidade. AIAG – Automotive Industry Action Group, 1995, QS 9000. **Revista Controle de Qualidade**, Out/1996.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. 1ª edição, São Paulo: Atlas, 1991.

LIEB, R. C. *The tree PL industry: Where it's been, where it's going*. **Supply Chain Management Review**. Framingham: UPS. September, 2005.

LOCH, C.A. Estudo da Gestão da Manutenção em uma Empresa do Segmento Logístico. Centro de Ciências Tecnológicas, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, obtenção Grau de Engenheiro, Curso de Graduação em Engenharia, Habilitação em produção e sistemas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2007.

MAFRA, A.T. Proposta de indicadores de desempenho para a indústria cerâmica vermelha. 1999. 113 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

MAÑAS, A. V. **Administração de sistemas de informação**. São Paulo: Editora Érica, 1999.

MARTINS, R. A., Sistemas de medição de desempenho: Um modelo para estruturação do uso. Tese Doutorado, Escola Politécia. São Paulo. Universidade de São Paulo, 2001.

MARTINS, R. A.; SALERMO, M. S. Sistema de medição de desempenho: uma revisão da literatura. **Boletim Técnico**. São Paulo: USP, 1998.

MASKELL, B.H. **Performance measurement for world class manufacturing: a model for American companies**. Productivity Press, 1991.

MAXIMIANO, A.C.A. **Introdução à Administração**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MC BRIDE, D. Implementing Total Productive Maintenance (TPM). Disponível em www.emisstrategies.com..dm050/04.article.html#2001. Acesso em: out/2010.

MCNAIR, C.J.; MOSCONI, W. Measuring performance in advanced manufacturing environment. **Management Accounting**, July, pp.28-31, 1987.

MERCEDEZ BENS. **Planejamento e Transportes de Carga**: planejamento e racionalização. 2ª ed. São Bernardo do Campo: Mercedes Bens, 1992.

MINTZBERG, H. *Crafting Strategy. In: The state of strategy. Harvard Business Review*. Paperback. Boston: Harvard University Press, 1991.

MIRSHAWKA, J. Electronics maintenance truck and bus fleets. SAE Technical Paper series. Nov/1991. Disponível em: www.rotaryeng.net/Voyager-Eng.pdf. Acesso em: 20/10/2010.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N.L. **Manutenção, Combate aos Custos da Não-Eficácia**. A Vez do Brasil. São Paulo: Editora Durban Ltda, 1989.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. **TPM à Moda Brasileira**. São Paulo: Makron Books, 1991.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N.L. **Manutenção**: combate aos custos de não eficácia. A vez do Brasil. São Paulo: Makron Books, 1993.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N.L. **TPM à Moda Brasileira**. São Paulo: Makron Books, 1994.

MONCHY, F. **A função Manutenção** - formação para a gerência da manutenção industrial. São Paulo: Editora Durban, 1989.

MONKS, J. G. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora McGraw-Hill, 1989.

MOUBRAY, J. **Introdução à Manutenção Centrada em Confiabilidade**. São Paulo: Aladon, Lutterwhorth, 1996.

MOUBRAY, J. **RCM II** - reliability centered maintenance. New York: Industrial Press, 1997.

NAKAJIMA, S. **Introdução à TPM** - Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1988.

NAKAJIMA, S. **La Maintenance Productive Totale (TPM)** – Traduzido do Japonês por Yoko Sim, Christine Condominas e Alain Gómez, Mise em Oeuvre, AFNOR-Paris, France, 1989.

NASCIF, J. Manutenção de Classe Mundial. **Revista Manutenção e Qualidade**. Rio de Janeiro: UFRJ, n. 29, 2000.

NASCIMENTO, A.M.; REGINATO, L.; LERNER, D. F. A Influência da Avaliação de Desempenho Operacional e de Gestores nos Resultados das Empresas. IN: CONGRESSO USP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E CONTABILIDADE, 5, 2008, SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.congressousp.fipecafi.org/artigos82008/14.pdf>. Acesso em: 20/10/2010.

NAURI, M.H.C. As Medidas de Desempenho como Base para a Melhoria Contínua dos Processos: O caso da Fundação de Amparo à Pesquisa e à Extensão Universitária - Fapen. 133 p. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

NAZARIO, P. R. A Importância de Sistemas de Informação para a Competitividade Logística. **Revista Tecnológica**. Maringá: UEM, Julho de 2000.

NEELY, A.D.; GREGORY, M.J. Performance Measurement System Design - A Literature Review and Research Agenda. **Internacional Journal of Operations & Production Management**. Wagon Lane: Emerald. v. 15, n. 4, pp.80-116, 1995.

NEELY, A. D; GREGORY, M.J.; PLATSS, K. W.; MILLS. J. F.; RICHARDS, A. H. Realising strategy through measurement, **International Journal of Operations & Production Management**, vol. 14 nº 3, pp. 140-152, 2001.

NEELY, A.D.; GREGORY, M.J. Performance Measurement System Design - A Literature Review and Research Agenda. **International journal of operations & Production Management**. Wagon Lane: Emerald, v. 25, n. 12, 2005.

NEELY et al. Performance Measurement System Design - A Literature Review and Research Agenda. **International journal of operations & Production Management**. Wagon Lane: Emerald, v. 25, n. 12, 2005.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de Manutenção Preditiva**. São Paulo, Editora Edgar Blucher, 1989.

NOVAES, A.G. **Sistemas Logísticos**. São Paulo: Edgar Blucher, 1988.

NOVAES, A.G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. São Paulo: Campus, 2001.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**: estratégia, operação e avaliação. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

OLIVEIRA, M.; FORMOSO, C.T.; LANTELME, E. **Sistemas de indicadores de qualidade e produtividade da construção civil**. Manual de utilização. 2ª ed. Porto Alegre: SEBRAE, 1995.

OLIVEIRA, A. M. Pneus Automotivos, análise crítica dos requisitos de segurança e de desempenho. 165 p. 2005. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Automotiva) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, L.F.S. Introdução à MCC (Manutenção Centrada de Confiabilidade). **Principia**. 1996.

PALMEIRA, J.N.; TENORIO, F.G. **Flexibilização Organizacional**: aplicação de um modelo de produtividade total. Rio de Janeiro: FGV, Eletronorte, 2002.

PAOLESCI, B. **Logística Industrial Integrada**: do planejamento produção, custo, qualidade à satisfação do cliente. 1ª ed. São Paulo: Editora Érica, 2008.

PARISI, C.; NOBRE, W.J. E. Gestão e Modelos de Decisão. In: CATELLI, A. **Controladoria**: uma abordagem da gestão econômica - GECON. São Paulo: Atlas, 2001.

PASCOLI, J.A.; SILVA, R.P. Gerenciamento do setor de manutenção. Trabalho de conclusão do curso para obtenção do certificado de especialização em gestão Industrial do departamento de economia, contabilidade, Administração da Universidade de Taubaté, 2004.

PEREIRA, C.A., Estudo de um Modelo Conceitual de Avaliação de Desempenhos para Gestão Econômica. 1993. 278 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – FEA, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PINTO, A. K. Terceirização na Manutenção: redução de custos ou opção estratégica. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 8, São Paulo, 1993. **Anais**. 8º Congresso Brasileiro de Manutenção. São Paulo, 1993.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. N. **Manutenção**: função estratégica. 2 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PINTO, A. K; XAVIER, J.N. **Manutenção**: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 287p, 1999.

PIRES, S.R.I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos**: conceitos, estratégias, práticas e casos. São Paulo: Atlas, 2004.

PIRES, S.R.I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos, Conceitos, Estratégias, Práticas e Casos**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

POCKET, M. **Giving Feedback**: Expert solutions to every day challenges. Boston: Harvard Business School Press, 2006.

PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva**: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

REVISTA EXAME, Quanto você vale 2011, Edição 999, ano 45, nº 16, **Especial Gestão de Frotas**, pp.88-91, Editora Abril, São Paulo, 2011.

REVISTA FROTA E CIA. Guia de Pneus e Bandas, ano VIII, nº 8, Editora Frota, 2011.

REVISTA SCANIA, O desafio está de volta. Melhor motorista de caminhão do Brasil 2010, Promoção e Organização Scania Latim América Ltda, pp.55, São Bernardo do Campo, maio de 2010.

RENTES, A. F., TransMeth, Proposta de uma Metodologia para a condução de processos de Transformação de empresas. Tese de livre docência. Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2000.

RENTES, A. F.; VAN AKEEN, E. M.; Esposto, K.F. Processo de Desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho baseado em uma metodologia transformação organizacional. IN: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, SALVADOR, 2001. **Anais**. ENEGEP 2001, 21, Salvador, BA, anais em CD. Porto Alegre: ABEPRO, 2001.

RENTES ET AL; Processo de Desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho baseado em uma metodologia transformação organizacional. IN: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, SALVADOR, 2001. **Anais**. ENEGEP 2001, 21, Salvador, BA, anais em CD. Porto Alegre: ABEPRO, 2001.

RIBEIRO, H.; KARDEC, A., ET al. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

RIBEIRO, H. **Total Productive Maintenance** – Manutenção Produtiva Total. Banas Report, Epse, São Paulo, 2004.

ROBBINS, S. P. **Administração, mudanças e perspectivas**. São Paulo: Saraiva 2001.

ROBBINS, S.P. **Administração: mudanças e perspectivas**. São Paulo: Saraiva 2007.

ROBINSON, C.J.; GINDER, A.P. **Implementing TPM** - The North American Experience. Portland (OR-EUA): Productively Press Inc, 1995.

RODRIGUES, C. M. T. Fluxograma do processo de avaliação de desempenho. Florianópolis: Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

RUSSEL, R., The role of performance measurement in manufacturing excellence. IN: BPICS CONFERENCE, Birmingham, 1992. **Proceedings**. BPICS Conference, Birmingham, UK, 1992.

RUSSOMANO, V.H. **PCP: Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Pioneira, 6ª ed. 1998.

SETCESP, Sindicato das empresas de Transportes de Cargas de São Paulo, São Paulo, 2009.

SETH, D. & TRIPATHI, D. A Critical Study of TQM and TPM, Approaches on Business Performance of Indian Manufacturing Industry. **Total Quality Management**, Vo. 17, No 7, 811 – 824, September 2006

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI. Disponível em: www.senai.br//Curso%20Virtual%20Vision%20-%202ª%20apostilaWordpdf>. Acesso em: 15/08/2010.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI. Apostila do curso de manutenção.

SEVERIANO, F.C. **Produtividade e Manufatura Avançada**. João Pessoa: Editora Universitária, Universidade Federal da Paraíba, 1998.

SCHERMERHORN, J.J.R.; HUNT, J.G.; OSBORN, R.N. **Fundamentos de Comportamento Organizacional**. Porto Alegre: Bookmam, 1999.

SCHNEIDER, P. Calibrações de Pneus. Disponível em: www.transporeconsultoria.com.br. Acesso em: 23/10/2010

SINDICATO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES DE CARGAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – SETCESP. Manutenção de Frotas no Transporte. Disponível em <http://www.setcesp.org.br/curso.asp?id=733> acesso em 03/02/2009.

SIMONS, R. **Performance measurement & control systems for implementing strategy**: text & cases. New Jersey: Prentice-Hall, 1999.

SINK, D. S. TUTTLE, T. C. Planejamento e Medição para a performance. 1ª edição, Rio de Janeiro: Qualitymark, 1985.

SLACK, N. **Vantagem Competitiva em Manufatura**. São Paulo: Atlas, 1993.

SLACK, N. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, N. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2000.

SLACK, N., CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

STAIR, M.R.; REYNOLDS, W.G. **Princípios de Sistemas de Informação**. 4ª ed. São Paulo: LTC Editora, 2002.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHIROSE, K. TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries. **JIPM – Japan Institute Plant of Maintenance**, Tokyo, 1996.

SILVA, R. P., Gerenciamento do Setor de Manutenção. 92p. Trabalho de conclusão de curso para obtenção Certificado Especialização em Gestão Industrial do Departamento de Economia, Contabilidade e Administração da Universidade de Taubaté, 2004.

SILVA, E.M. Alinhamento das Estratégias Competitivas com as Estratégias de Produção: estudo de caso no Pólo Moveleiro de Votuporanga-SP. 163 p. 2003.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 2003.

SUZIN, A.F.; Borella, M.R.C.; Peruchi, M. A Importância do Papel dos Estoques como Estratégia para o Gerenciamento de Suprimentos em Uma Indústria de Fundidos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXV, 2005, Porto Alegre. **Anais**. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS, 2005.

SUZUKI, T. **New Directions for TPM**. Cambridge, USA: Productivity Press, traduzido do japonês por John Lotus, 1992.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. **TPM/MTP** - manutenção produtiva total. São Paulo: IMAN, 1993.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. **TPM/MTP** - manutenção produtiva total. São Paulo: IMAN, 1996.

TAVARES, L.A. **Controle de Manutenção por Computador**. Rio de Janeiro: Técnica, 1987.

TAVARES, L. A. **Excelência na Manutenção** - estratégias, otimização e gerenciamento. Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda, 1996.

TAVARES, L A. **Controle e Gestão de Manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Pólo Publicações, 1999.

TRANSPORTADORA RODOMEU LTDA, Disponível em: www.rodomeu.com.br. Acesso em: 05/2/2011.

TONI, DE A.; TONCHIA, S. Performance Measurent Systems. Models Characteristics and measures. **International Journal of Operations and Production Management**, Characteristics and measures, Vol. 21 n. 1/2, pp. 46 a 70, 2001.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**, São Paulo: Editora Atlas, 1999.

UELZE, R. **Transporte e Frotas**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1978.

VAIDYANATHAN, G.; A Framework for Evaluating Third-Party Logistics. **Communications of the ACM**. New York: ACM, v. 48, n° 1, p. 89-94, 2005.

VALENTE, A.M. Um sistema de Apoio a Decisão para o Planejamento de Fretes e Programação de Frotas no Transporte Rodoviário de Cargas. 172 p. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.

VALENTE, A.M.; PASSAGLIA, E; NOVAES, A.G. **Gerenciamento de Transportes e Frotas**. São Paulo: Pioneira, 1997.

VALENTE, A.M.; PASSAGLIA, E; NOVAES, A.G. **Gerenciamento de Transportes e Frotas**. São Paulo: Pioneira, 2005.

VALENTE, A.M.; PASSAGLIA, E; NOVAES, A.G. **Gerenciamento de Transportes e Frotas**. São Paulo: Pioneira, 2007.

VALENTE, A. M., PASSAGLIA, E; NOVAES, A.G.; SANTOS, S. **Qualidade e Produtividade nos Transportes**. São Paulo: Cengage, 2008.

VARGAS, R. Análise dos custos dos transportes de produtos da distribuidora Polina e Cia Ltda, para atender diretrizes da Cidade de Guairá. 58 p. 2005. Monografia (curso de Administração com Habilitação e Logística e Transportes) - Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, PR, 2005.

VIANA, Luis P., Absolescência Programada: um benefício da manutenção de primeiro mundo. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 8, 1993. **Anais**. 8° Congresso Brasileiro de Manutenção. São Paulo, 1993.

VIVALDINI, M.; PIRES, S. R. I. **Operadores Logísticos, Integrando Operações em Cadeias de Suprimento**. São Paulo: Atlas, 2010.

VOKURA, R.J.; FLIEDNER, G. The Journey toward agility. **Industrial management & Data Systems**. n. 4, v 98, p. 165 – 171, 1995.

VOLLMAN, T.; CORDON, C. Building Successful Customer-Supplier Alliances. **Long Range Planning**. Vienna: Vienna University of Economics Business, v.31, número 5, 1996.

VOSS, A.C. Alternative Paradigms for Manufacturing Strategy. **International Journal of Operations & Production Management**. Wagon Lane: Emerald, 1995.

WELSH, G.A. **Orçamento empresarial**. São Paulo: Atlas, 1983.

WILLIANSON, O.E. **The Mechanisms of Governance**. Nova York: Oxford University Press, 1996.

WILLIANMSON, O.E. **Mechanisms of governance**. Nova York: Oxford University Press, 2002.

WILLIANSON, O. E. The Theory of the Firm as Governance Structure: from choice to contract. **Journal of Economics Perspectives**. Nashville: American Economics Association, 2002.

WILLIAMSON, R.M. How to Improve Your Maintenance and Operations Training. 2002. Disponível em: <http://www.swspitcrew.com/html/Sepoo.html>. Acesso em: 15/09/2010.

XAVIER, J.A.N. Apostila do Curso de Metodologia Moderna de Manutenção. TECEM, Tecnologia Empresarial Ltda, disponível em www.tecem.com.br. Acesso em: 15/08/2010.

XAVIER, J.A.N. Gerenciamento da Manutenção Voltado para a Vantagem Competitiva da Empresa. Conferencia Estratégias Avançadas de Manutenção. IN: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO PREDITIVA E INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS, 10, 1999. **Anais**. X Seminário Brasileiro de Manutenção Preditiva e Inspeção de Equipamentos, São Paulo-SP: ISSUU, 1999.

XAVIER, J.A.N. Manutenção Preditiva a Caminho da Excelência. Disponível em, <<http://www.engeman.com.br/site/ptb/artigostecnicos:asp/manutençãopreditivaNascifZip>>, 2005. Acesso em: 28/11/2010.

XAVIER, J. A. N. E DORIGO, L. C., A importância da gestão da manutenção 2010, Apostila do Curso de Metodologia Moderna de Manutenção. TECEM, Tecnologia Empresarial Ltda, disponível em www.tecem.com.br. Acesso em: 15/08/2011.

XENOS, H. G., **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencia, 1998.

YAMASHINA, H. Challenge to World Class Manufacturing. **International Journal, Quality & Reliability Management**, 17(2), pp. 132-143, 2000.

YIN, K. R. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 4ª ed. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

