



**COTEQ-000**  
**SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA DE MANUTENÇÃO**  
**APLICADA EM FROTAS DE VEÍCULOS PESADOS**  
Dr. Daniel Enrique Castro<sup>1</sup>, Luiz Gustavo de Souza<sup>2</sup>.

*Copyright 2007, ABENDE, ABRACO e IBP*

*Trabalho apresentado durante a 9ª. COTEQ – Conferência Internacional sobre Tecnologia de Equipamentos, em Salvador/BA, no mês de junho de 2007.*

*As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).*

## **Sinopse**

---

A manutenção veicular deve garantir a confiabilidade dos veículos, minimizando a probabilidade de acidentes, ou seja, maximizando a segurança operacional durante toda a sua vida útil, e tudo isto a um custo razoável para os seus usuários. Estes aspectos são muito difíceis de serem gerenciados neste tipo de serviços. Acidentes de trânsito, perdas de carga e danos ambientais provocados por acidentes no transporte de produtos químicos é uma realidade comum nas frotas de transporte rodoviário no Brasil. Por outro lado, a complexidade tecnológica, principalmente com o advento da eletrônica embarcada, exige uma manutenção cada vez mais apurada dos veículos de transporte.

O custo médio de manutenção no Brasil é, segundo dados da ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção), de 4,4% em relação ao Produto Interno Bruto (PIB). No setor de transporte terrestre, a manutenção dos veículos pode chegar a até 20% do faturamento das empresas. Por causa destes números expressivos, é importante considerar a manutenção veicular com uma visão mais estratégica e crítica.

Este artigo descreve a metodologia do PSV (Plano de Saúde Veicular), um sistema global de manutenção veicular via Web, que permite interligar oficinas e usuários, de maneira a otimizar o controle do processo de manutenção. Esta metodologia foi desenvolvida pelo Núcleo de Engenharia de Confiabilidade e Manutenção de Sistemas (NEC&MS) do CEFET-MG e é utilizada para controlar os serviços de manutenção de frotas de caminhões, com o objetivo de otimizar os processos de manutenção neste tipo de veículos, permitindo que os usuários (proprietários de frotas) tenham o controle contínuo da condição operacional dos veículos e possam otimizar os intervalos de manutenção preventiva para maximizar o perfil de confiabilidade de todos os veículos da frota.

1 – Professor do Curso de Engenharia Industrial – CEFET-MG; Coordenador do curso Lato-Sensu em Engenharia de Manutenção (Abraman – IEC-PucMinas-BH); Coordenador do Curso MBA em Gestão de Manutenção (Abraman – IBMEC –BH).

2 – Graduando em Engenharia Industrial Mecânica e aluno de Iniciação Científica.

Segundo a Associação dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), a frota brasileira de veículos de transporte de cargas, é de aproximadamente 4 milhões de veículos, incluindo veículos comerciais leves, ônibus e caminhões. Na tabela 1 é mostrada a importância da participação do setor de transportes na economia brasileira.

Participação relativa sobre o PIB (1)	4,4%
Empregos diretos gerados em (2)	1,2 milhões
Total de carga movimentada em 2003 (3)	746 bilhões TKU <sup>1</sup>

Fontes:

(1) *Balanço Energético Nacional – MME e IBGE -1.999*

(2) *Pesquisa Anual de Serviços – IBGE - 1999*

(3) *Anuário Estatístico – Geipot -2001*

**Tabela 1: Representatividade do setor de transportes na economia brasileira.**

Paralelamente a este quadro, o custo de manutenção neste setor é o mais alto quando comparado a outros setores da economia conforme ilustrado na tabela 2.



**Tabela 2 – Custos com Manutenção em relação ao faturamento bruto (ABRAMAN – 2003).**

Os dados apresentados na Tabela 2 mostram que o setor de transportes apresenta os maiores custos de manutenção, quando comparado com outros setores produtivos. Outro grande problema decorrente da ineficiência do setor de transportes é o elevado nível de estoque de peças, necessário para garantir a disponibilidade dos veículos. Esta situação ocorre principalmente nas frotas que tem

<sup>1</sup> Tonelada/km útil – Medida adotada para quantificar a produção de transporte

oficinas próprias, modelo bastante questionável, uma vez que, de acordo com outros setores industriais existe uma tendência crescente de terceirização dos serviços de manutenção.

Outro aspecto importante é relacionado ao meio-ambiente. Quando existem boas práticas de manutenção, como programas de inspeções periódicas baseados em análises estatísticas do comportamento de falhas dos sistemas veiculares, pode-se aumentar a vida útil dos componentes, contribuindo desta forma para o melhor aproveitamento dos recursos energéticos. Um bom exemplo disso são as calibrações regulares dos pneus, que podem aumentar o número de recauchutagem por pneu, contribuindo com a redução de resíduos sólidos de borracha. Também com um efetivo programa de direção econômica, pode-se reduzir o consumo de combustível em até 15% (Gentil, Kayano e Silva, 2006).

Por um lado, o desenvolvimento tecnológico trouxe grandes avanços nos veículos e, como exemplo, pode-se mencionar as transmissões automáticas, os retardadores de velocidade, os motores controlados por sistemas eletrônicos, as centrais de processamento de dados, os computadores de bordo, os freios a discos e ABS, dentre outras inovações tecnológicas que os caminhões modernos possuem. Paralelamente, existe uma enorme carência no que se refere ao treinamento de motoristas e até mesmo dos técnicos de manutenção. Os motoristas, que são os operadores destes sistemas na maioria das frotas, não conhecem adequadamente os diferentes sistemas existentes nos veículos e nem os parâmetros adequados de operação. Nas oficinas mecânicas este problema também existe. A rede autorizada de concessionárias domina as tecnologias dos novos equipamentos, e com isso, controlam o preço da manutenção, que de uma forma geral, atinge os maiores valores de acordo com a tabela de custos de manutenção da Abramam (tabela 2). Por este motivo, muitos frotistas buscam oficinas não autorizadas, que são responsáveis por mais de 90% dos serviços de manutenção de frotas. O problema é que estas oficinas não estão preparadas e nem recebem nenhum tipo de instrução com relação aos novos equipamentos (Rocha, 2006). Desta maneira, as oficinas continuam prestando os serviços que, na maioria das vezes, são de baixa qualidade e não sofrem nenhum tipo de controle externo. Ressalta-se que a falta de manutenção apresenta uma relação direta com os acidentes envolvendo veículos no trânsito.

Este quadro evidencia a necessidade da introdução de uma mudança total no sistema de gestão de serviços de manutenção de frotas de veículos de transporte. O sistema proposto neste trabalho está orientado à criação de uma rotina informatizada via Web, que permita registrar todas as ações de manutenção realizadas nas oficinas e processar estas informações, transformando-as em dados estratégicos para os proprietários de frotas e garantindo que os níveis de confiabilidade de todos os veículos sejam mantidos.

## **1- Sistema de Gestão Integrada de Manutenção de Frotas**

---

O Sistema de Gestão Integrada de manutenção de frotas (SGIMF) é um modelo adaptado do Plano de Saúde Veicular (PSV) (Castro, 2003, 2006) desenvolvido pelo NEC-MS (Núcleo de Confiabilidade e Manutenção de Sistemas do CEFET-MG). Basicamente o SGIMF consiste em inspeções periódicas (Manutenção Preventiva), gerenciadas e controladas por um software desenvolvido em uma plataforma via web. Este recurso faz parte da inovação do modelo adaptado, já que os equipamentos (caminhões, cavalos mecânicos, reboques e semi-reboques) apresentam grande mobilidade em função da complexidade logística. Em função da grande mobilidade que os equipamentos têm, as atividades de manutenção também ficam distribuídas em várias localidades, tornando complexo o gerenciamento das informações. Entretanto, o centro de custos localiza-se nas matrizes, necessitando de um tráfego de informações que inicialmente é feito via nota-fiscal ou similar (meio físico-papel), pelos correios ou pelo próprio motorista. Posteriormente, estas notas, que basicamente são ordens de serviços contendo os serviços realizados e os componentes trocados, são processadas em softwares de manutenção específicos ou planilhas eletrônicas onde são posteriormente estratificados. Porém, nem todas as empresas executam este tipo de rotina, por falta de profissionais especializados para trabalharem os dados. Isto gera um re-trabalho enorme para as empresas operadoras de frotas, que mantém digitadores e equipamentos (computadores) dedicados, devido ao grande volume de informações que a manutenção veicular exige. O modelo proposto



## 2- Padronização de Atividades e Processos de Auditoria Previstos no SGIMF

As informações dos Planos Preventivos utilizados no SGIMF foram extraídas de manuais de equipamentos, trabalhos acadêmicos, consulta a fabricantes, históricos de manutenção e experiência de fornecedores de peças e sistemas veiculares. Estas informações são sintetizadas em instruções de trabalho, que são destinadas ao executante da ação de manutenção (técnicos de manutenção). Também são elaborados procedimentos operacionais nos itens mais críticos como pneus, qualidade do combustível e freios (visando o treinamento de motoristas). A metodologia utilizada na elaboração destes procedimentos consiste em meios visuais (gráficos, fotos, etc.), com imagens das falhas ocorridas nas próprias frotas ou nos estudos de FMEA (Análise de Modos e Efeitos de falhas). A figura 3 ilustra a primeira página de um Procedimento Operacional nos Sistemas de Freios.



Figura 2: Exemplo de Procedimento Operacional do SGIMF

O total de itens considerados inicialmente no plano mestre de manutenção preventiva (um total de 56 itens para todo o veículo), exige um controle rigoroso do cumprimento das rotinas especificadas no plano. Para garantir este cumprimento, o SGIFR prevê rotinas de auditorias internas e externas, de forma a garantir o monitoramento global de todas as ações previstas no Plano Mestre de Manutenção.

A frota escolhe os seus auditores internos e a equipe do suporte operacional para administrar as rotinas de auditoria interna e a elaboração das listas de verificação dos auditores internos. Periodicamente, auditores externos fazem auditorias do SGIMF para identificar não conformidades em todo o processo de manutenção do sistema. Os auditores externos são independentes e devem ser gerenciados pelo administrador do SGIMG.

## 3-Monitoramento de Fornecedores

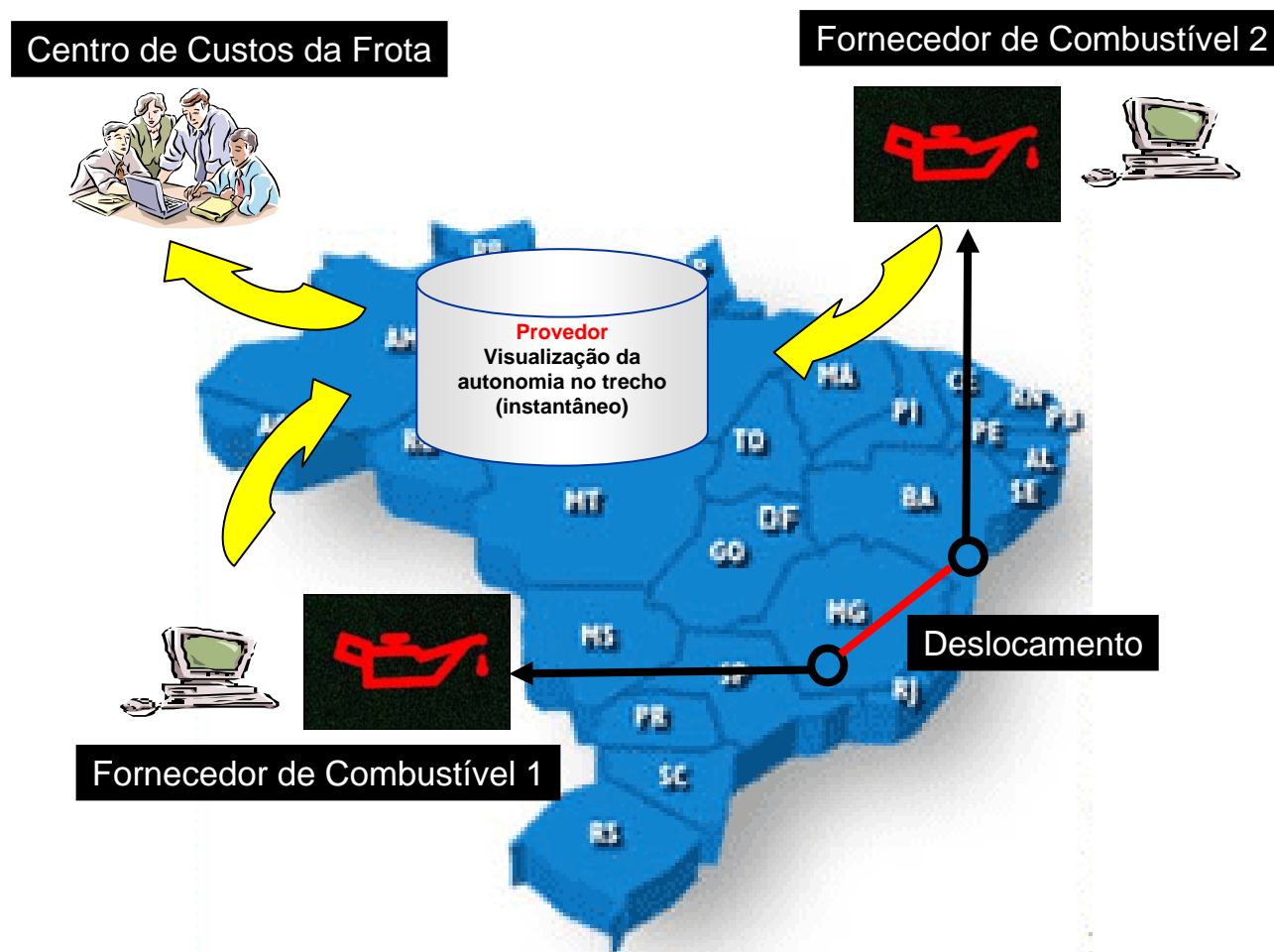
Inicialmente o Sistema de Informação utilizado no SGIMF, gerencia três fornecedores estratégicos:

- Combustíveis e lubrificantes;
- Pneus;
- Freios.

Estes itens representam os principais insumos das frotas de veículos de transporte. A seguir serão detalhados os módulos do SGIMG dedicados aos três itens mencionados.

### 3.1 – Módulo de Combustíveis e Lubrificantes

Neste módulo são acompanhados os dados de autonomia de combustível e periodicidade de trocas dos lubrificantes. Os postos de abastecimento da frota, em qualquer localidade, são previamente cadastrados no Sistema Web do SGIMF. Os usuários nos postos de abastecimento são treinados e recebem um login e uma senha para acessar a plataforma Web do SGIMF. O usuário ingressa no sistema a placa do veículo, e imediatamente acessa todo o histórico daquele equipamento. Quando for inserida a quilometragem e a quantidade de combustível abastecida no veículo é calculada automaticamente no sistema Web a autonomia de combustível, considerando o trecho rodado em função de seu último abastecimento, e disponibilizando estas informações para o operador da frota. A figura 4 ilustra o fluxo de informações neste módulo do sistema.



**Figura 3: Fluxo de Informações no Gerenciamento de Combustível do SGIMF**

Dentro deste mesmo módulo, encontra-se também o controle dos lubrificantes. Aqui cabe um criterioso Programa de Manutenção Preditiva (análise de óleos). Em consultas de campo com frotistas, observou-se que a maioria deles não conhece ou nunca ouviu falar de análise de óleos. Conseqüentemente, os óleos e os lubrificantes são trocados periodicamente em função da quilometragem. Os resultados disto é que podem ocorrer trocas nas quais os insumos não perderem suas propriedades físico-químicas. Também nas frotas que operam com rotações muito elevadas, como urbanas, a condição de troca deve ser reduzida (GENTIL; PERRELA, 2006). Estes intervalos são gerenciados pelo software, que tem um sistema de alertas, indicando a necessidade de efetuar a troca de lubrificantes no veículo.

### 3.2 Módulo de Pneus

Segundo a ANIP<sup>2</sup>, o Brasil consome 51 milhões de pneus anualmente (70% radiais e 30% convencionais). Assim, este insumo é um dos mais importantes com relação aos custos de uma frota. Os pneus também são responsáveis por um grande número de ocorrências (acidentes, paradas de veículos, etc.) de alto impacto na operação das frotas. A tabela 3 mostra alguns resultados de uma pesquisa realizada nos Estados Unidos (Winsor, 2003), que buscou relacionar as principais causas de paradas de caminhões nas pistas.

<b>10 Principais razões para paradas de caminhões em operação nas estradas-EUA</b>	
Baseado em 26.678 ocorrências em 2001	
<b>1. Pneus</b>	<b>53,5%</b>
2. Reboque	9,2%
3. Conexões	4,2%
4. Alternador	4,0%
5. Cabeamento, soquetes de lâmpadas	3,9%
6. Filtro de combustível e aditivo	3,8%
7. Tambor de freio	3,4%
8. Falta de combustível	1,6%
9. Reparo ou ajuste de tomada de ar	1,4%
10. Troca da mangueira do radiador	1,2%
Outros	13,8%

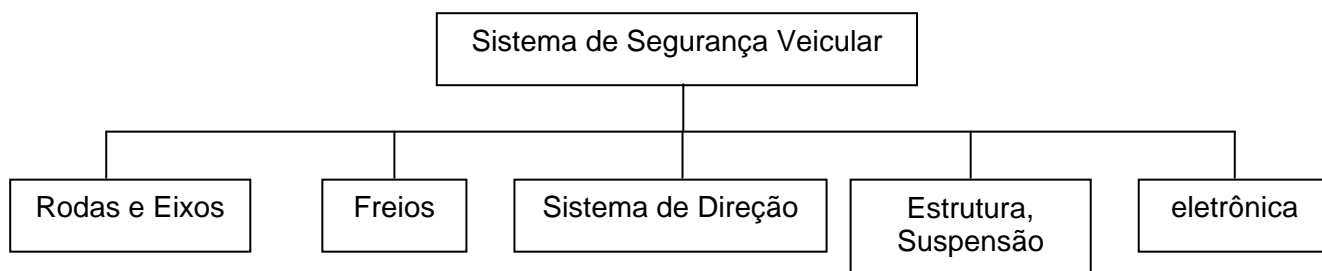
**Tabela 3: As 10 maiores causas das paradas de caminhões (Winsor, 2003)**

Estima-se que a condição dos brasileiros é igual ou então pior do que a situação dos americanos. Isto porque as estradas brasileiras apresentam uma condição bem pior do que as americanas. Sendo assim, os pneus recebem um impacto maior, causado por irregularidades nas pistas. Além do prejuízo financeiro causado pelos defeitos em pneus, existe também a questão da segurança dos motoristas, que pode, em muitos casos, ser comprometida.

Uma das principais causas de falhas nos pneus de transportes de cargas está relacionada com a pressão inadequada (Haviaras, 2005). Dados de campo apontam que um pneu suporta em média 2 recapagens, e que poderia chegar a 5 recapagens se fossem adotadas medidas de calibrações periódicas e rodízios entre eixos (RIBEIRO, 2002). O sistema Web do SGIFM gerencia a vida útil dos pneus, considerando aspectos relacionados aos números de recapagens, tipo de borrachas e quilometragem rodada pelo pneu. Esta prática vai possibilitar que as melhores práticas da própria frota sejam buscadas e que dados de vida útil individualizados em cada aplicação sejam obtidos.

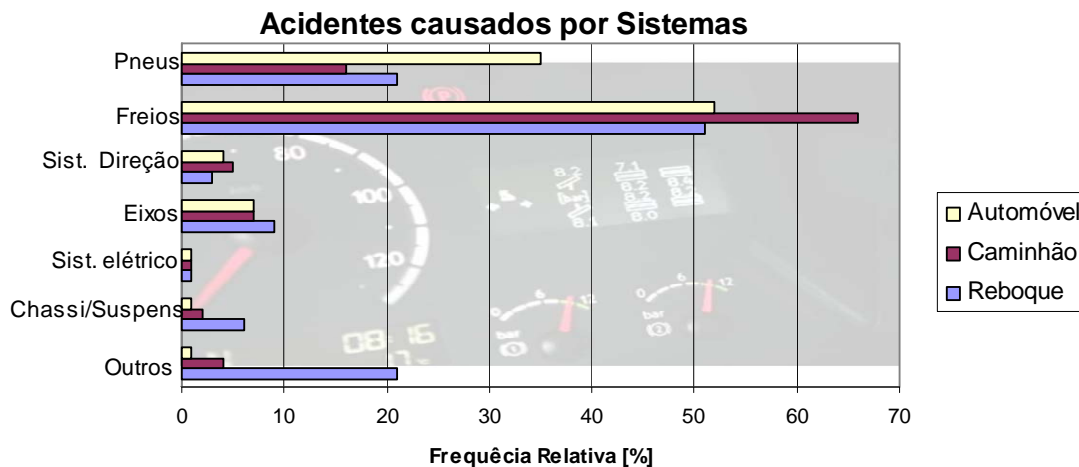
### 3.2 Módulo de Freios

Os sistemas de freios representam o terceiro custo mais alto de manutenção e também fazem parte do sistema de segurança do veículo. O diagrama abaixo ilustra os subsistemas, que compõem os itens de segurança de um veículo.



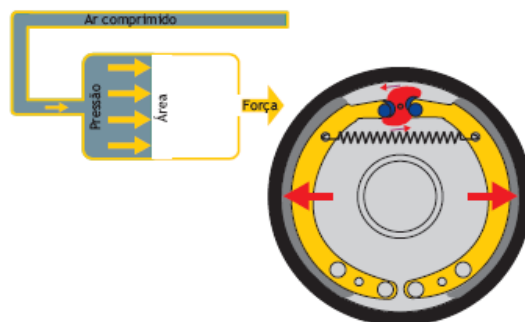
<sup>2</sup> ANIP – Associação Nacional das Indústrias de Pneus

Existe uma relação direta da manutenção com o número de acidentes veiculares. Em uma pesquisa realizada na República Federal da Alemanha, entre 1977 e 1998, sobre acidentes de trânsito ocasionados por falhas mecânicas, verificou-se que os freios falharam em 66% com acidentes de caminhão e 50% nos acidentes envolvendo reboques e automóveis, como pode ser visto no gráfico apresentado a seguir.



**Figura 4: Principais causas de acidentes veiculares (Republica Federal de Alemanha)**

Os sistemas de freios consistem basicamente em 2 subsistemas: fricção e comandos. O subsistema de fricção consiste em um acionamento, que na maioria dos veículos rodoviários é pneumático e aciona um mecanismo de contato (lonas de freios ou guarnições) com o elemento girante preso à roda (tambor de freio). A partir do acionamento, a lona entra em contato com o tambor e através do atrito o veículo é desacelerado realizando a freagem. O que interessa neste caso, é que os elementos de atrito vão se desgastando até o momento em que eles não executam as suas respectivas funções. A figura 5 ilustra o subsistema.



**Figura 5: Detalhes do Sistema de Freio**

Devido ao atrito, os principais itens de desgaste são o tambor e a lona de freio. Assim, periodicamente ambos têm que ser trocados. A manutenção nestes sistemas é, em geral, precária e a maioria das oficinas mecânicas não autorizadas não estão preparadas para executar a manutenção adequada neste sistema. Devido a este fato, foi iniciado um projeto piloto em uma frota real concentrando a atenção na melhoria do sistema de freio dos caminhões.

O trabalho piloto foi realizado em uma empresa, que conta com 450 equipamentos próprios, entre cavalos mecânicos, reboques, semi-reboques e caminhões. A matriz da empresa está sediada no sul de Minas Gerais e os veículos estão espalhados por todo o país. A empresa é do ramo de logística e tem como principais clientes as montadoras de veículos e seus fornecedores, e também outras empresas de diferentes ramos da indústria, tais como tintas, alimentícia e outras.

Para a realização dos testes, optou-se por selecionar uma parte da frota que trafega praticamente nas mesmas condições operacionais e trata-se do modelo Volvo FH 12, com 52 cavalos mecânicos desta família. No trabalho piloto foi selecionado o sistema de freios. Este trabalho foi iniciado em dezembro de 2006 e já apresenta bons resultados. Durante o trabalho piloto, o processo de troca de lonas foi monitorado e verificou-se que esta troca era realizada sem retificar os tambores de freio. Isto ocasionava uma redução significativa na vida útil das lonas. Antes da frota iniciar os trabalhos, as lonas estavam rodando cerca de 40.000 km. Atualmente, já existem veículos rodando 45.000 km e as lonas não chegaram nem na metade da espessura (são realizadas medidas bimestrais de espessura). Com os retardadores de velocidade, que são equipamentos opcionais, pode-se estimar que as lonas rodarão 400.000 km, ou seja, existe a previsão de aumentar a vida útil das lonas em um fator 10 em relação à vida útil observada no início dos trabalhos.

Outro grande resultado nesta fase piloto consiste no desenvolvimento da modelagem do banco de dados e as interfaces do software utilizado para o sistema Web do SIGMF. Inicialmente, havia uma preocupação com a performance por não ser um banco de dados convencionais. Os sistemas web ainda não apresentam muitos recursos visuais, que não interfiram na velocidade de processamento e acesso ao banco de dados. Contudo, chegou-se a uma interface amigável com excelente desempenho, o que se mostrou muito atrativo, por parte dos usuários. O sistema permite consultas sobre históricos de manutenção, dados de vida útil de componentes, custo médio por quilômetro, relatórios de custos, dados de inspeções periódicas dentre outros recursos que um software convencional permite.

Nesta fase, a atenção está voltada para a quantificação dos dados da frota. Na segunda fase, que deve ser iniciada ainda no primeiro semestre deste ano, serão iniciados os trabalhos com o objetivo de reduzir os custos de manutenção. A tabela 4 mostra uma planilha executada pelo software, analisando a relação custo/benefício para os fabricantes de lonas de freios. Os nomes dos fabricantes são representados pelas letras X, Y e Z, por ser uma informação confidencial da frota parceira.

Histórico de Vida Útil (Visualização na web)				
Veículo - FH 12 - Placa xxx-9999				
Filtrar dados: período 01/01/2004 à 01/01/2007				
Data da troca	Valores (R\$)	Quilometragem da troca	Custo por quilômetro	Fabricante
1/1/2004	400	100000	0,003	XXXX
15/11/2004	320	220000	0,002	YYYY
05/12/2006	360	310000	0,004	ZZZZ
Média de quilometragem rodada entre trocas	105000			
Custo médio por km	0,003			

**Tabela 4: Análise do Custo/Benefício realizada via o sistema Web do SIGMF**

## Conclusões

Os sistemas de transportes de cargas exigem soluções criativas para o gerenciamento adequado do enorme volume de informações geradas em todo o território nacional. Assim, trabalhar estas informações com foco na redução dos custos é um desafio para a gestão operacional. O operador da máquina (motorista) pode contribuir de forma expressiva para a melhoria dos indicadores de

manutenção e também para o aumento da disponibilidade da frota, uma vez que, inspeções periódicas e rotineiras contribuem substancialmente para a redução da probabilidade de falhas.

Os trabalhos de treinamento devem ser realizados de forma criteriosa com informações bem visuais, sem deixarem de ser técnicas, contribuindo para o desenvolvimento pessoal do motorista. A terceirização das atividades de manutenção pode ser uma boa opção, se conduzidas com critérios e com parcerias entre fornecedores com alto grau de especialidade nas suas respectivas atividades. Assim, a busca de soluções conjuntas pode contribuir muito para o alcance das metas propostas. Para as atividades que necessitam de uma grande mobilidade dos equipamentos, como é o caso de frotas de transportes, os sistemas de informação via web atendem satisfatoriamente no que se refere ao tamanho do banco de dados e aos tipos de informações transmitidas, apresentando uma ótima performance quando se comparados aos softwares convencionais. Assim, disponibilizar históricos de manutenções, acompanhar as atividades nas oficinas, comparar fabricantes de componentes, acompanhar os custos envolvidos torna-se perfeitamente viável.

## **Referências Bibliográficas**

---

CASTRO, D. Enrique, Implantação de um Plano de Saúde Veicular (PSV) via Web – Um Sistema de Gestão de Manutenção Veicular, SAE Technical Paper 2006- Congresso SAE 2006 – Brasil - 2006

CASTRO, D. Enrique, Implantação de análise de confiabilidade e risco veicular em frotas de ônibus - 7. COTEQ - SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE EQUIPAMENTOS, 2003, Florianópolis. Conferencia sobre Tecnologia de Equipamentos. 2003

CASTRO, D. Enrique, Manutenção de Frotas Veiculares com base na Confiabilidade e Risco de Sistemas -. SAE Technical Paper 2003-01-3541- Congresso SAE 2003 – SP – Brasil, 2003

HAVIARAS, Gilberto Jorge. Metodologia para Análise de Confiabilidade de pneus radiais em frotas de caminhões de longa distância. Dissertação de Mestrado: Mestrado em Engenharia Automotiva. Universidade de São Paulo – USP. SP, 2005. pg.:4.

GENTIL, Paulo Roberto; KAYANO, Nelson; SILVA, Waldir Barbosa. The use of embedded technology as a tool a for the qualification of commercial vehicle drivers. In: Congresso e Exposição Internacional de Engenharia de Mobilidade. Paper 2006-01-2518. São Paulo, 2006.

GENTIL, Paulo Roberto; KAYANO, Nelson T.. Programa de Capacitação de Operadores de Veículos Comerciais. NETZ Engenharia e Projetos. São Paulo, 2006.

GENTIL, Paulo Roberto; PERRELA, Marcel. A aplicação de transmissões automatizadas em caminhões extrapesados e seu impacto nos custos operacionais. Congresso e Exposição Internacional de Engenharia da Mobilidade – SAE Brasil. Paper: 2006-01-2517. São Paulo, novembro 2006.

RIBEIRO, Renato Guimarães. Contribuição metodológica para o cálculo dos custos de transporte coletivo urbano de baixa capacidade operado por cooperativas. GETRANS. Goiânia-GO, 2002.

ROCHA, Silvio. Polêmica demais, informação de menos. Revista Mais Diesel, Ed. Novo Meio, #15 Ano 3, São Paulo, Junho de 2006, pg. 12-17.

TMC – Technological & Maintenance Council American Trucking Associations, Inc. Recommend Pratices – Guidelines for tire inflation pressure maintenance. Out. 2003.

WINSOR, J. Ed. Break down 10 top reasons. Heavy duty trucking. Jan 2003. pág. 38-39.