

GLAUCO LIMA DA SILVEIRA

MONITORAMENTO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL DE VEÍCULOS
DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MADEIRA UTILIZANDO
COMPUTADOR DE BORDO

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

GLAUCO LIMA DA SILVEIRA

MONITORAMENTO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL DE VEÍCULOS
DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MADEIRA UTILIZANDO
COMPUTADOR DE BORDO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S587m
2003

Silveira, Glauco Lima da, 1976-

Monitoramento do consumo de combustível de veículos de transporte rodoviário de madeira utilizando computador de bordo / Glauco Lima da Silveira. – Viçosa : UFV, 2003
55p. : il.

Orientador: Carlos Cardoso Machado
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa

1. Madeira - Transporte. 2. Transporte rodoviário de carga. 3. Combustível - Consumo - Aspectos econômicos. 4. Logística empresarial. 5. Sistemas de informação gerencial. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDO adapt. CDD 634.93755

GLAUCO LIMA DA SILVEIRA

MONITORAMENTO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL DE VEÍCULOS
DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MADEIRA UTILIZANDO
COMPUTADOR DE BORDO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de março de 2003.

Prof. Amaury Paulo de Souza
(Conselheiro)

Prof. Helio Garcia Leite
(Conselheiro)

Prof. Heleno do Nascimento Santos

Pesq. Dalila Campos de Medeiros
Fernandes

Prof. Carlos Cardoso Machado
(Orientador)

A Deus.

Ao meu irmão Cláudio Júnior.

Aos meus pais Cláudio Lima e Ana Maria.

À minha presente e eterna Josihely Fabris.

À minha avó Marcela.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de concluir o curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal.

À CAPES pela concessão da bolsa de pesquisa.

Ao professor Carlos Cardoso Machado, pela orientação, pelo apoio e pela amizade.

Ao professor Amaury Paulo de Souza e família, por todo o carinho oferecido.

Ao professor Helio Garcia Leite, pelo companheirismo.

Ao professor Heleno do Nascimento Santos, pela sincera dedicação.

À pesquisadora Dalila Campos de Medeiros Fernandes, pela amizade.

Aos professores Márcio Lopes da Silva, Flávio Lopes Rodrigues, Haroldo Carlos Fernandes e Fernando Pinheiro Reis, pela atenção e pelo apoio.

Aos companheiros do curso de Ciência Florestal, pela amizade e colaboração no decorrer do curso.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal da UFV.

A Deus, aos meus pais, ao meu irmão e à minha noiva, que estiveram e estarão sempre juntos de mim.

À equipe da Aracruz Celulose, em nome dos senhores Fábio Velloso, Mário Cerqueira, Edmundo Smith, Jairo e Alonso Pagotto, pela oportunidade.

Aos funcionários do MAIK 3, pela valiosa atenção e pelo respeito.

Aos funcionários da Aeroeletrônica e Mercedes-Benz do Brasil.

A todos os amigos e colegas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

GLAUCO LIMA DA SILVEIRA, filho de Cláudio Lima da Silveira e Ana Maria Brunetti da Silveira, nasceu em 8 de setembro de 1976 em Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais.

Concluiu os cursos primário, ginásial e científico em Colatina, Espírito Santo, na Escola Instituto João XXIII, na Escola de “1º e 2º Grau Honório Fraga”, e no Colégio Marista de Colatina, respectivamente.

Em março de 1996, ingressou no Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

Em abril de 2001, iniciou o Programa de Mestrado em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em março de 2003.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	VII
ABSTRACT	IX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA	1
1.2. OBJETIVOS.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. PLANEJAMENTO.....	4
2.2. CONTROLE.....	6
2.3. LOGÍSTICA.....	8
2.4. TRANSPORTE FLORESTAL RODOVIÁRIO	10
2.5. MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	12
2.5.1. Partes Fundamentais do Motor diesel	13
2.5.2. Ciclo operacional do Motor Diesel	15
2.6. CURVAS DE DESEMPENHO DO MOTOR	16
2.7. FATORES RELACIONADOS AO AUMENTO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL NOS VEÍCULOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO.....	17
2.7.1. Velocidade	17
2.7.2. Rotação do Motor	18
2.7.3. Marcha lenta	19

2.7.4. Ponto Neutro ("Banguela").....	19
2.7.5. Condução econômica	20
2.7.6. Outros fatores relacionados ao consumo	20
2.8. INFRAÇÕES	21
2.8.1. Velocidade	21
2.8.2. Ponto Neutro.....	22
2.9. MICROCOMPUTADOR DE BORDO	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. COLETA DE DADOS.....	25
3.2. COMPOSIÇÃO VEICULAR DE CARGA (CVC).....	28
3.3. VELOCIDADE	31
3.4. ROTAÇÃO DO MOTOR	31
3.5. MARCHA LENTA DO MOTOR OM 457 LA	32
3.6. PONTO NEUTRO.....	32
3.7. Condução Econômica	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1. CUSTO MENSAL.....	33
4.2. CONSUMO.....	36
4.3. INFRAÇÕES	38
5. RESUMO E CONCLUSÕES	40
6. RECOMENDAÇÃO	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	45
ANEXO A	46
ANEXO B	54

RESUMO

SILVEIRA, Glauco Lima da, M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2003.
Monitoramento do consumo de combustível de veículos de transporte rodoviário de madeira utilizando computador de bordo. Orientador: Carlos Cardoso Machado. Conselheiros: Amaury Paulo de Souza e Helio Garcia Leite.

Analisou-se o efeito dos parâmetros marcha lenta, excesso de rotação do motor para valores superiores a 2.000 rpm, pontos neutros e velocidades superiores a 80 km/h, com o objetivo de monitorar o consumo de combustível de veículos de transporte rodoviário de duas transportadoras de madeira (A e B) com base nas informações do computador de bordo, instalado no cavalo-mecânico LS 2638 da Mercedes-Benz. A marcha lenta induziu o consumo mensal de combustível em R\$ 19.164,50 (91,32%) e R\$ 17.449,61 (99,09%), pois, em média, os motores dos veículos funcionaram 24,47% e 25,79% do tempo de operação para as transportadoras A e B, respectivamente. O excesso de rotação do motor dos veículos também induziu o consumo mensal de combustível em R\$ 69,45 (0,33%) para a transportadora A e em R\$ 155,62 (0,88) para a transportadora B. O Ponto Neutro contribuiu com o consumo de combustível em R\$ 1.751,73 (8,35%) e R\$ 4,80 (0,03%), respectivamente, para as transportadoras A e B. Não foi calculado o consumo relativo ao excesso de velocidade, por não conhecer a faixa de potência, rotação e consumo específico associado a cada velocidade, mas foi possível detectar que os excessos se deram na faixa de 80 a 90 Km/h. O motor OM-457 LA do LS 2638 apresenta um consumo mínimo em última marcha, cuja velocidade é de

90 km, implicando em 1.500 rpm, que atende a necessidade de operação em rotas com predominância de uma geometria plana como as estudadas; assim, acredita-se que o consumo, apesar de existir, não seja tão elevado, considerando que 80 km/h é uma velocidade permitida. A metodologia usada é específica para o motor OM 457 LA, podendo ser adotada em outros estudos, desde que adaptada às especificações dos motores utilizados; a marcha lenta foi responsável pelo maior consumo de combustível no transporte de madeira, seguida do ponto neutro e do excesso de rotação. No transporte de madeira, é possível redução significativa de consumo de combustível em relação à marcha lenta, em virtude do elevado tempo de espera (carga, descarga, filas e paradas obrigatórias). O uso do ponto neutro e excesso de velocidade nos veículos não economiza combustível, compromete a segurança e é proibido segundo o Código Nacional de Trânsito. As rotações superiores a 2.000 rpm implicam desperdício de combustível. O ponto de rotação máxima ideal para o motor dos veículos nas condições estudadas está na faixa de 1.700 rpm. Um pequeno número de equipes foi responsável pelo elevado número de infrações cometidas. A falta de treinamento dos motoristas contribui para o aumento de consumo de combustível e infrações regidas pelo Código Nacional de Trânsito. O cumprimento das normas sobre condução econômica (Anexo B) e do Código Nacional de Trânsito contribui com a redução dos custos com combustível e respectiva diminuição do número de infrações.

ABSTRACT

SILVEIRA, Glauco Lima da, M.S., Universidade Federal de Viçosa, March 2003. **Usefulness of the board computer in monitoring the fuel consumption on wood transport vehicles.** Adviser: Carlos Cardoso Machado. Committee Members: Amaury Paulo de Souza and Helio Garcia Leite.

It was analyzed the following parameters: idling, excess of engine rotation superior to 2.000 rpm, neutral points and speeds superior to 80 km/h aiming to monitor the wood transport vehicle fuel consumption of two transporters (A and B) using the board computer information installed on a Mercedes-Benz, LS 2638 model. The idling increased fuel consumption in R\$ 19.164,50 (91,32%) and R\$ 17.449,61 (99,09%) by months, therefore the average of the vehicles engines had functioned about 24.47% and 25.79% of the running time for the transporter A and B, respectively. The excess of vehicles engine rotation also increased the fuel consumption on R\$ 69,45 (0.33%) and R\$ 155.62 (0.88%) for the transporters A and B, respectively. The Neutral Point contributed with the fuel consumption in R\$ 1.751,73 (8.35%) and R\$ 4.80 (0.03%) respectively for the transporter A and B. The methodology is specific to use on the OM 457 LA motor, but could be used for another studies if some adaptation was made; the idling got the biggest fuel consumption in the wood transport followed to neutral point and the excess of engine rotation. In the wood transport, is possible important fuel consumption reduction by working with idling, because is possible to turn off the vehicle during the loading, unloading and waits in virtue of the raised open assembly time (load, discharge,

lines and stops obligator). The neutral point use and the vehicle speed excess does not save fuel, compromises the safety. The engine rotations superior to 2.000 rpm imply in fuel wastefulness. The ideal maximum rotation point for the vehicle engine was about 1.700 rpm. A small number of the teams had been responsible to raised the most committed infractions numbers. The lack of drivers training contributed for increasing the fuel consumption and the National Code of Transit conductec infractions. The fulfilment of the norms on economic conduction (Attached B) and the National Code of Transit contributes with a fuel cost and the number of infractions reduction.

MONITORAMENTO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL DE VEÍCULOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MADEIRA UTILIZANDO COMPUTADOR DE BORDO

1. INTRODUÇÃO

1.1. O problema e sua importância

Um dos maiores problemas econômicos atualmente relaciona-se ao preço do petróleo e seus derivados, tão consumidos no mundo inteiro e de cujas importações tantos países dependem para sustentar o seu desenvolvimento. Portanto, a busca pelo seu domínio, comandado por grandes potências mundiais, é responsável pelas guerras ocasionadas nos últimos anos, com conseqüentes desequilíbrio na economia mundial e gravíssimos reflexos em nosso país, apesar de este necessitar da importação de apenas cerca de 10% do petróleo consumido.

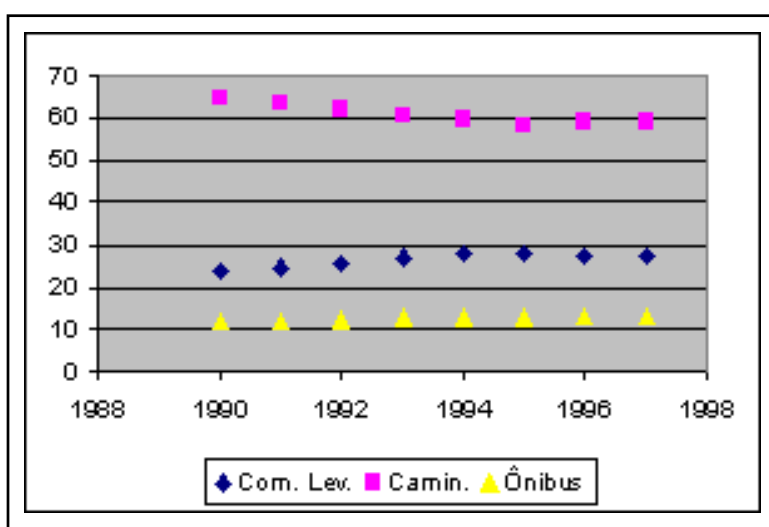
No Brasil, o setor de transporte é responsável por quase 50% do consumo de derivados do petróleo, sendo o óleo diesel o principal combustível utilizado no transporte de cargas e passageiros. Não se esperam, nos próximos 20 anos, alternativas econômicas que, em larga escala, substituam este combustível no setor de transporte. Assim, aumentar a eficiência e a racionalização de seu uso é, acima de tudo, ação estratégica (GUIMARÃES, 2000).

De acordo com Parâmetros (2003), o Brasil tem consumo de combustíveis automotivos praticamente centrado no óleo diesel (cerca de 1/3 dos usos de derivados), devido à estrutura do sistema de transportes coletivos de passageiros e de carga. A participação de veículos na frota diesel (%) entre 1990 e 1996 (Tabela 1) pode ser visualizada também no gráfico da Figura 1 a seguir:

Tabela 1 - Participação na frota diesel (%)

Ano	Comerciais Leves	Caminhões	Ônibus
1990	23,5	64,7	11,8
1991	24,7	63,3	12
1992	25,7	62,0	12,4
1993	26,8	60,7	12,6
1994	27,9	59,6	12,6
1995	28,0	58,0	12,8
1996	27,6	59,3	13,1

Fonte: <http://ecen.com/matriz/eee25/veiculps.htm>.



Fonte: <http://ecen.com/matriz/eee25/veiculps.htm>.

Figura 1 - Participação de veículos comerciais leves, caminhões e ônibus na frota diesel (%).

Como as medidas relacionadas aos crescentes aumentos do preço do combustível não sinalizam ter efeito a curto prazo, é fundamental atuar com medidas que envolvam um planejamento e controle do consumo nas atividades que demandam quantidade elevada de combustível, como o transporte de madeira, sendo o controle dos fatores que levam à eficiência do transporte necessário para evitar situações em que o custo do combustível gasto em função, por exemplo, da distância percorrida seja maior que o custo da carga transportada, o que muitas vezes pode acontecer; isso ocorre, em grande parte, devido à impossibilidade de aplicação de uma estratégia adequada, que é contornada pelo lucro que se obtém no produto agregado.

Inicialmente será mostrada, detalhadamente, uma teoria básica relacionada a outras ciências, que deram sustentação à realização desta pesquisa.

A ferramenta de controle logístico utilizada neste trabalho, para monitorar o consumo de combustível, foi o microcomputador de bordo. Vale ressaltar que o uso desta ferramenta tem retorno do investimento muito rápido, se aplicada com eficácia.

1.2. Objetivos

Este trabalho teve como objetivo geral monitorar o consumo de combustível de veículos de transporte rodoviário de madeira, utilizando como ferramenta de controle logístico o computador de bordo. Os objetivos específicos foram os seguintes:

- Estabelecer uma metodologia de estudo de gestão do consumo de combustível em veículos de transporte rodoviário de madeira.
- Quantificar o consumo de combustível em relação aos parâmetros: marcha lenta, excesso de rotação e ponto neutro, bem como detectar os parâmetros que mais influenciam o consumo de combustível, apontando alternativas para sua redução.
- Quantificar as ocorrências de ponto neutro, excesso de velocidade e rotação, apontando suas desvantagens.
- Apresentar uma cartilha para condução econômica do veículo, visando a redução dos custos relacionados ao consumo de combustível.

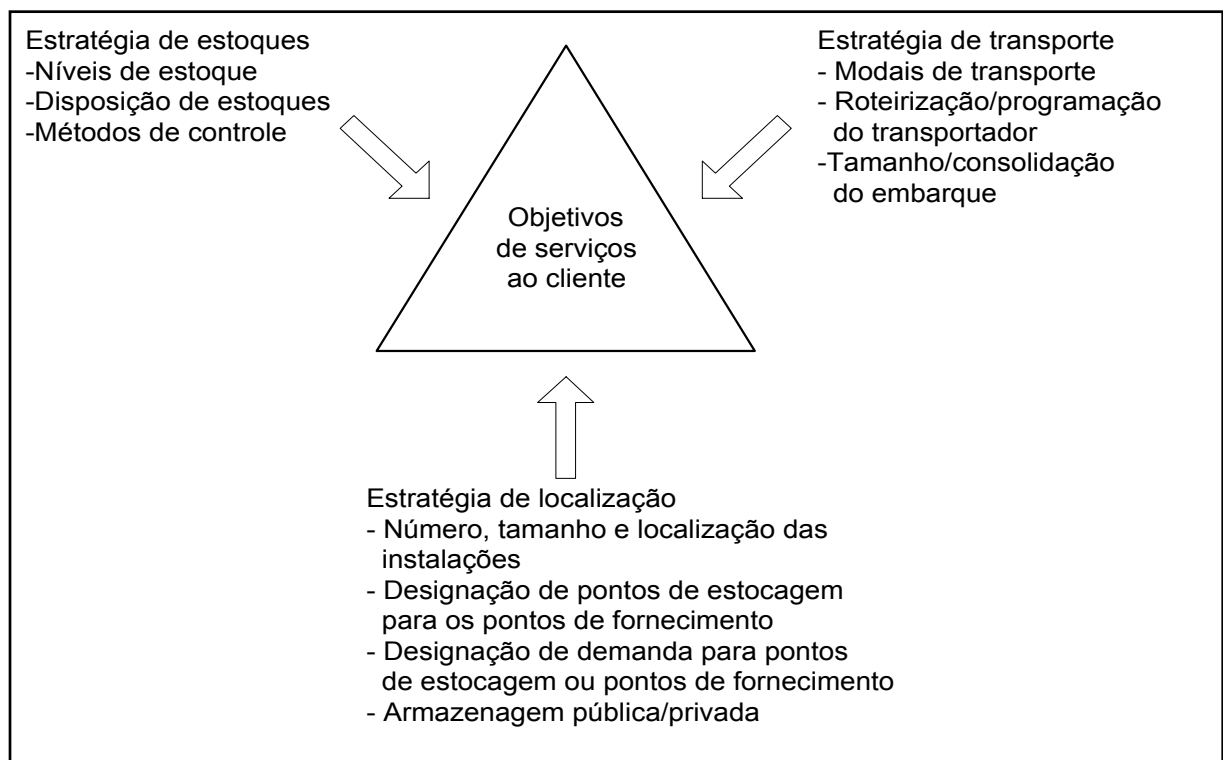
2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Planejamento

A grande preocupação de empresas do setor florestal com o transporte de matéria-prima relaciona-se aos elevados custos despendidos neste transporte, principalmente com o combustível. Dessa forma, inúmeras medidas de planejamento e controle das atividades são adotadas pelas diversas empresas do setor florestal.

O planejamento pode ser conceituado, segundo a literatura especializada, como uma função administrativa capaz de definir antecipadamente o que deverá ser feito, que técnicas poderão ser empregadas, onde, quando e por quem, dando ênfase a grandes ou pequenos detalhes, de acordo com a exigência do caso (ROCHA, 1995).

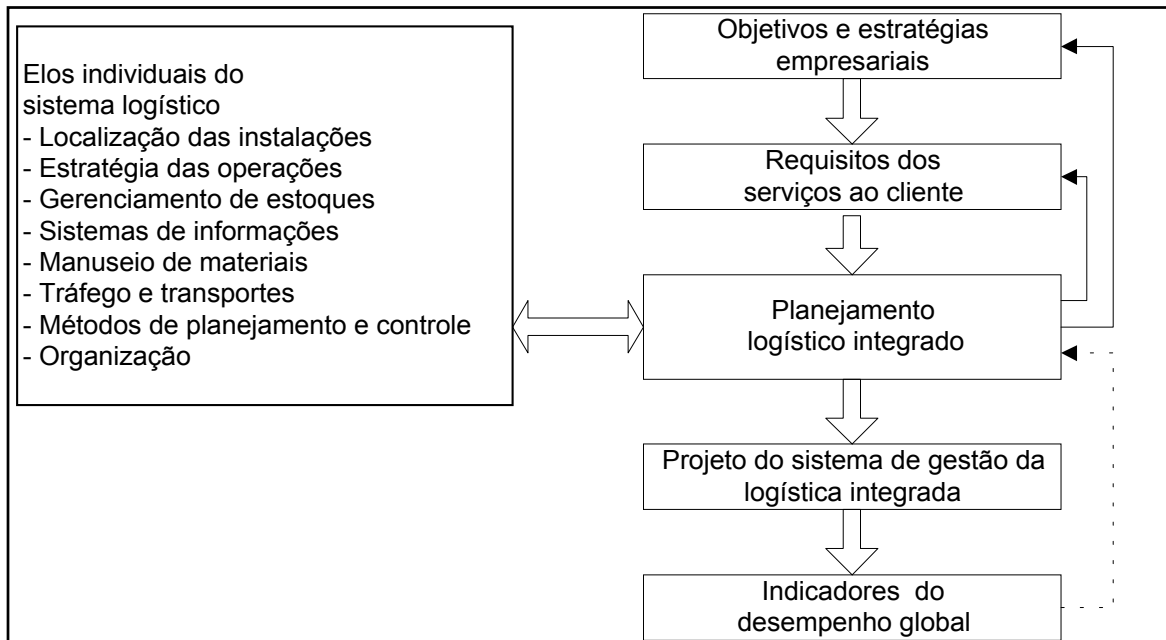
O planejamento logístico identifica quatro áreas-problema: níveis de serviço ao cliente, localização das instalações, decisões sobre os estoques e transportes, conforme ilustra a Figura 2 (BALLOU, 2001).



Fonte: Ballou (2001).

Figura 2 - O triângulo da tomada de decisões logísticas.

É importante destacar que cada elo do sistema logístico é planejado e balanceado com os demais, formando um processo integrado de planejamento logístico; essa integração pode ser visualizada na Figura 3 (BALLOU, 2001).



Fonte: Copacino e Rosenfield (1985).

Figura 3 - Fluxo do planejamento logístico.

O planejamento e a operação dos sistemas físicos, informacionais e gerenciais indispensáveis para que os insumos e produtos vençam as condicionantes espaciais e temporais de forma econômica podem ser explicados pela logística (DASKIN, 1985).

O planejamento logístico responde questionamentos - como: o quê? quando? como? - nos três níveis: estratégico, tático e operacional, sendo o horizonte de tempo despendido no planejamento a maior diferença entre eles. O planejamento estratégico pode ser definido como de longo alcance, cujo horizonte de tempo é maior que um ano; comportando-se como intermediário o planejamento tático; e, por fim, o planejamento operacional, em que a tomada de decisão compreende períodos curtos, na grande maioria tomada por base a hora ou dias (BALLOU, 2001). O mesmo autor afirma que o planejamento logístico é guiado por princípios e conceitos que, na grande maioria, derivam unicamente da natureza das atividades logísticas, especialmente do transporte. As outras atividades resultam de fenômenos de mercado e da economia geral.

Apesar de o papel do planejamento ser múltiplo, uma das suas finalidades fundamentais é estabelecer o entrosamento da organização com as atividades efetivas, não sendo possível dirigir, controlar, avaliar e incrementar medidas em um setor, por mais organizado que ele seja, sem antes planejar o que deve ser feito; por isso, procurar trabalhar sem planejamento contínuo, a curto e a longo prazo, produzirá resultados muito inferiores aos ótimos que é possível alcançar (BALLOU, 2001).

Os planos de atividades que o setor de controle e planejamento de produção elabora coloca em movimento o planejamento da organização, destinado a assegurar a obtenção das metas da empresa. Não proporcionando somente orientação, os planos também servem como base para comparar resultados, bem como estabelecer controles diversos (MANAGEMENT CENTER DO BRASIL, 1970).

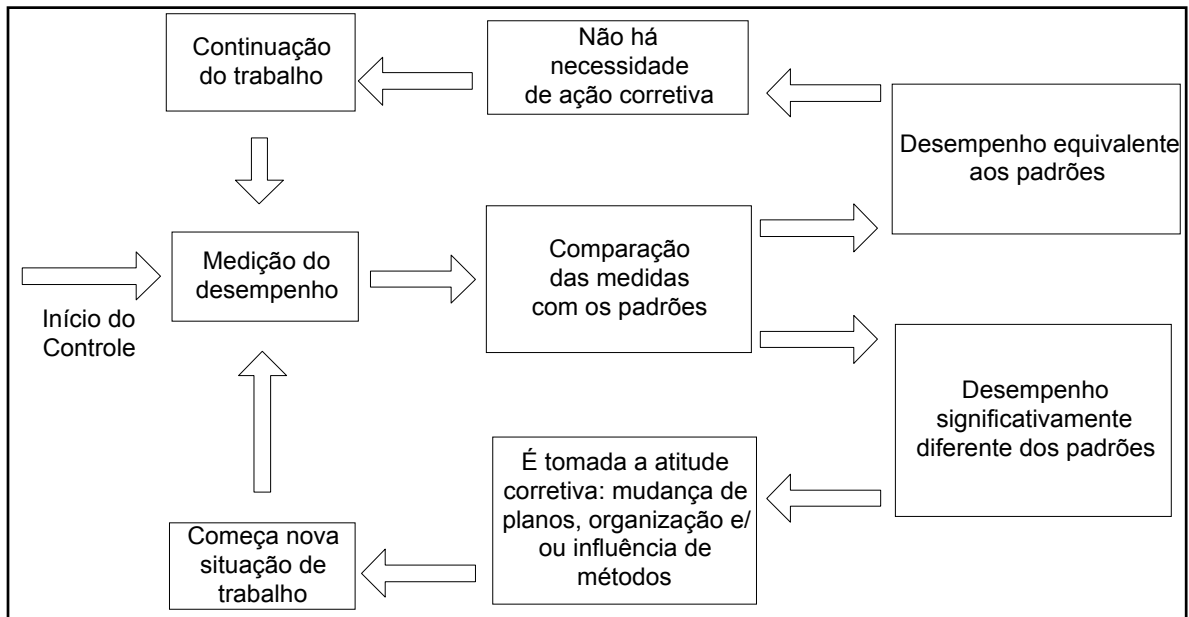
2.2. Controle

É importante conhecer outra função primária da gestão, o controle, que é o processo no qual o desempenho planejado mantém-se em conformidade com os objetivos desejados, sendo função de seu processo comparar o desempenho real com o planejado, aproximando-o por meio de ações corretivas quando assim for necessário. Sua necessidade centra-se nas incertezas futuras, que alteram o desempenho dos planos, sendo, porém, suscetível à variação nos parâmetros e às ocorrências extraordinárias, muitas vezes de grandes proporções, como greves, incêndios, inundações e desmoronamentos de pistas e barreiras, impossibilitando o fluxo do modal utilizado, entre diversas eventualidades e também mudanças fundamentais no próprio ambiente logístico, que irão afetar drasticamente o desempenho do que foi planejado (BALLOU, 2001). Dessa maneira, o mesmo autor afirma que é indispensável ao profissional de logística adotar um mecanismo de controle capaz de garantir que seus objetivos estabelecidos sejam cumpridos.

O controle pode ser definido como o ato de fazer com que algo aconteça da forma como foi planejado (THOMPSON, 1976). Assim, para que se realize um controle é preciso entender claramente os resultados de uma ação em particular, para dessa forma determinar se os resultados previstos estão ocorrendo, bem como fazer as mudanças necessárias para a ocorrência dos resultados desejados (DEWELT, 1977).

Ele segue, na prática, três etapas: medição do desempenho; comparação do desempenho medido com os padrões; e execução da atitude corretiva necessária para garantir a materialização dos eventos planejados (CERTO e PETER, 1993).

A Figura 4 mostra o comportamento de um modelo geral de processo de controle.



Fonte: Certo (1983).

Figura 4 - Um modelo geral de processo de controle.

Controle pode ser também definido como uma atividade que tem por objetivo ajustar o realizado, durante a execução, com o planejado, dividindo-se em quatro estágios: acompanhamento, avaliação, decisão e retroalimentação; além disso, pode ser a comparação das características da atual atividade com as características planejadas, seguida de análise das variâncias, desenvolvimento de alternativas e tomada de ações corretivas apropriadas (MANAGEMENT CENTER DO BRASIL, 1970).

O controle serve para assegurar o exercício das atividades do departamento de acordo com os planos. Caso o controle das atividades não seja eficiente, pode-se constatar que a organização e o planejamento são inúteis (MANAGEMENT CENTER DO BRASIL, 1970). Segundo o mesmo autor, os elementos básicos do controle são a medição do progresso e dos resultados e a comparação dos resultados com os planos. Ele ressalta, ainda, o interesse na observação de todas as indicações

importantes e os fatores mensuráveis dos resultados, com o propósito de avaliar a qualidade e a quantidade, bem como os prazos, quantitativamente, sempre que possível, e qualitativamente, quando necessário, e disponibilizar os resultados registrados em gráficos, mapas ou relatórios. Como nenhum sistema de avaliação de progresso tem valor sem o confronto dos resultados com os planos, suas variações devem ser analisadas. Uma vez feito isso, é necessário apenas registrar as divergências à medida que ocorrem, a fim de verificar se são ou não significativas e se requerem alguma providência.

É indispensável avaliar as atividades planejadas, inclusive os resultados de todas as funções, atividades, projetos e programas, não sendo o custo a única fonte de análise. Frequentemente, podem-se estabelecer padrões com base em dados históricos, assim como é possível fazer comparações entre a qualidade e as quantidades previstas e as reais (MANAGEMENT CENTER DO BRASIL, 1970).

Para obter um controle que possa atuar com rapidez e precisão, confirmando a departamentalização como um regime ultrapassado, é preciso reconhecer o dever de ordenar suprimentos, produção, embalagem, armazenagem, transporte, comercialização e finanças em uma atividade de controle global, capaz de apoiar firmemente cada fase do sistema com o mínimo de capital empatado e um máximo de eficiência (DIAS, 1990).

2.3. Logística

A logística é tão antiga quanto a humanidade. Seu surgimento foi marcado no momento em que o homem primitivo produziu, no próprio local, uma quantidade maior do que ele poderia consumir. Em consequência disso, provocou-se a necessidade de transportar os frutos de seu trabalho, alcançando-se dessa maneira as primeiras soluções tecnológicas, que chegaram a seu ápice com a invenção da roda (UELZE, 1974).

O termo logística nasceu no meio militar para descrever as atividades de apoio a tropas com os suprimentos essenciais para uma campanha militar, obtendo os produtos certos, no lugar certo, no momento certo, ao menor custo (MOURA, 2001a).

No meio técnico, a logística é definida como o sistema de administrar qualquer tipo de negócio de forma integrada e estratégica, planejando e coordenando todas as atividades, otimizando todos os recursos disponíveis, e

visando o ganho global no processo nos sentidos operacional e financeiro (VERLANGIERI, 2001a).

Com uma administração integrada, consegue-se enxergar a logística como um processo, e não como um somatório de atividades isoladas em vários departamentos (RAGO, 2001). Dessa forma, a logística tem o papel de orientar para resultados no todo e não se prender a ganhos isolados (VERLANGIERI, 2001b). Com isso, eliminam-se os desperdícios e há melhora considerável no resultado final, o que não pode ser confundido apenas como redução de custos (MOURA, 2001b).

É explícita a necessidade de administrar a função logística, visualizando-a em toda a cadeia de produção e não apenas como uma série de funções independentes, sob a delegação das mais variadas áreas departamentais (UELZE, 1974).

A logística é composta por dois subsistemas de atividades, que envolvem o controle da movimentação e a coordenação demanda-suprimento. Um deles é a administração de materiais, que compreende o agrupamento de materiais de várias origens e a coordenação dessa atividade com a demanda de produtos ou serviços da empresa. O segundo subsistema diz respeito à distribuição física, definida como sendo o transporte eficiente de produtos acabados do final da linha de produção até o consumidor, incluindo em alguns casos o transporte de matéria-prima da fonte de suprimento ao início da linha de produção (DIAS, 1990).

Os serviços logísticos são observados mediante algumas características, entre elas: a velocidade, a frequência, a regularidade, a capacidade e a disponibilidade; em outras palavras, são avaliados pela sua qualidade e garantia oferecidos.

A logística procura resolver problemas em dois extremos. De um lado, problemas de suprimento de insumos ao setor produtivo, como aqueles ligados às fontes de suprimento, destacando-se preços de produtos, diversificação, custos de transportes, entre outros; os ligados à política de estocagem; aos meios de transporte utilizados; etc. Do outro lado a distribuição de produtos acabados ou semi-acabados, em que os principais problemas de logística referem-se a armazenagem, processamento de pedidos, transferência, distribuição, etc. (NOVAES, 1989).

Segundo o mesmo autor, além das condicionantes espaciais, como, por exemplo, o transporte de mercadorias, a logística, no seu enfoque moderno, não poderia deixar de citar as restrições temporais, que ocupam posição ímpar na

resolução dos problemas. Cumprimento de prazos rígidos para entrega dos produtos no destino, e exigência de níveis de confiabilidade operacional, entre outros, são algumas formas que estas restrições aparecem.

As soluções logísticas são condicionadas por diversos fatores, entre eles:

- aumento exorbitante no preço dos combustíveis;
- congestionamento de tráfego;
- elevação nos custos de mão-de-obra qualificada;
- elevação nas taxas de juros;
- evolução tecnológica e mercadológica dos processos produtivos;
- evolução apreciável da informática em termos de "hardware" e "software"; e
- opções de transporte, devido às diversas modalidades, assim como a integração entre os modais.

A logística moderna procura alcançar, - utilizando inteligentemente os recursos de gestão, informática, de coordenação dos transportes, etc. - as metas indicadas a seguir:

- reduzir o tempo compreendido entre a emissão do pedido e a utilização final do produto;
- melhorar o nível de confiabilidade (controle da variância do tempo total);
- evitar avarias, devoluções, furtos, etc.; e
- garantir os valores médios de custo global mínimos, com devido respeito aos níveis de serviço preestabelecidos.

Para isso, torna-se necessária a conjugação de uma série de soluções parciais, integradas, e que torne possível a consecução das metas anteriormente delineadas.

2.4. Transporte Florestal Rodoviário

O transporte florestal consiste na movimentação de madeira dos pátios ou das margens das estradas até o local de consumo. No Brasil, pode ser realizado por diversos tipos de veículo, em função da distância de transporte, do volume de madeira a ser deslocado, das condições locais da região, da capacidade de carga do veículo e dos tipos de equipamentos de carregamento e descarregamento (MACHADO et al., 2000). De acordo com esse autor, os principais tipos de veículos utilizados no transporte florestal rodoviário estão assim caracterizados:

- Caminhão: constitui-se de uma única unidade tratora e transportadora, com tração do tipo 4x2, 4x4, 6x2 ou 6x4.
- Articulado (carreta): composto de uma unidade tratora (cavalo-mecânico), com tração 4x2 ou 6x4 e um semi-reboque.
- Conjugado (biminhão): constitui-se de um caminhão e um reboque (caminhão+reboque).
- Bitrem: combinação de um cavalo-mecânico e dois semi-reboques (cavalo-mecânico + semi-reboque + semi-reboque).
- Tritrem: combinação de um cavalo-mecânico e três semi-reboques (cavalo-mecânico + semi-reboque + semi-reboque + semi-reboque).
- Rodotrem: combinação de um veículo articulado e um reboque (cavalo-mecânico + semi-reboque + reboque).
- Treminhão: combinação de um caminhão com dois reboques (caminhão + reboque + reboque).

O tritrem é um veículo que vem sendo muito utilizado no transporte de madeira. Caracteriza-se pelo transporte de toras compridas posicionadas longitudinalmente, sendo composto por três semi-reboques de dois eixos acoplados entre si e ao cavalo-mecânico 6x4 (VELLOSO et al., 1997). De acordo com esses autores, em 1997 foram realizados testes com essa composição para confirmar expectativas iniciais de obtenção de um menor consumo de combustível, chegando-se a um consumo médio de 0,508 l/km. O acompanhamento do consumo de combustível pode ser visualizado na Tabela 2.

O consumo de combustível de uma frota composta de composições do tipo tritrem que executam o transporte de madeira nas mesmas condições de estudo descrita anteriormente apresentou consumo médio de 0,637 l/km, referente aos meses entre janeiro e agosto de 2002 (ARACRUZ CELULOSE, 2002). Dessa forma, pode-se notar nítido aumento no consumo de combustível, provavelmente por razões relacionadas à condução econômica.

Tabela 2 - Acompanhamento do consumo de diesel para a composição tritrem

Mês	Quilometragem	Litros	Consumo médio - km/litros
Março	1.712	886,9	1,93
Abril	23.126	12.416,0	1,86
Maio	28.491	13.953,0	2,04
Junho	25.409	12.750,0	1,99
Julho	27.318	13.592,0	2,00
Agosto	26.692	13.614,0	1,96
Total	132.748	67.211,9	1,97

Fonte: Aracruz Celulose (1997).

2.5. Motores de combustão interna

Os motores de combustão interna são máquinas nas quais ocorre a transformação da energia térmica dos combustíveis em energia mecânica, por meio da conversão de parte do calor da combustão em trabalho útil. A queima do combustível é feita no interior do motor. O combustível é geralmente um derivado de petróleo: gasolina (ciclo Otto) ou diesel (ciclo Diesel). Na composição atual da frota brasileira, os veículos do ciclo Otto são usados principalmente no transporte individual de passageiros e de cargas leves, cabendo aos do ciclo Diesel o serviço pesado (PARÂMETROS, 2003), sendo empregados nos motores de grandes potências e dimensões, como: embarcações marítimas, locomotivas, caminhões, etc. (PENIDO, 1983). Neste tipo de motor de combustão interna, somente o ar é comprimido, sendo o combustível injetado no interior do cilindro, quando a compressão do ar está próxima do seu ponto máximo, ocorrendo elevação de temperatura e pressão e, conseqüentemente, a inflamação do óleo diesel na câmara de combustão (MANUAL técnico, 2000).

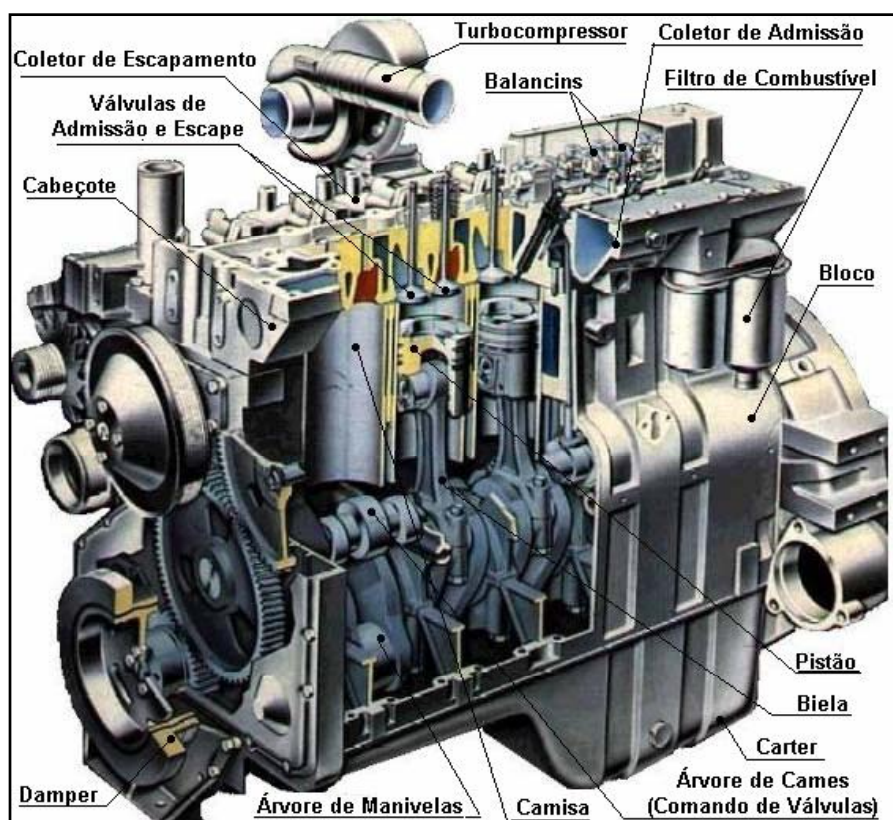
A elevação brusca de temperatura resulta no desenvolvimento de altas pressões, que, aplicadas sobre as partes móveis do motor, produzem movimento e liberação de potência mecânica. As partes móveis que recebem diretamente a pressão dos gases resultantes da combustão são denominadas órgãos receptores. Quando esses órgãos são constituídos por cilindro e êmbolo (pistão) que

apresentam entre si movimento retilíneo alternativo, trata-se de uma máquina motora de combustão interna de êmbolo.

Os motores de combustão interna de êmbolo são constituídos basicamente de um cilindro fechado contendo em seu interior um êmbolo acoplado a um mecanismo biela-manivela.

2.5.1. Partes fundamentais do motor diesel

Os motores de combustão interna são constituídos de partes fundamentais, diretamente envolvidas no processo de transformação do combustível em trabalho mecânico. A primeira parte do motor que se movimenta, devido à expansão dos gases oriundos da combustão, é o pistão. Por intermédio do pino e da biela, ele transmite esse movimento à árvore de manivelas, convertendo deslocamento retilíneo alternado em circular contínuo. A Figura 5 mostra um motor em corte e os respectivos constituintes.

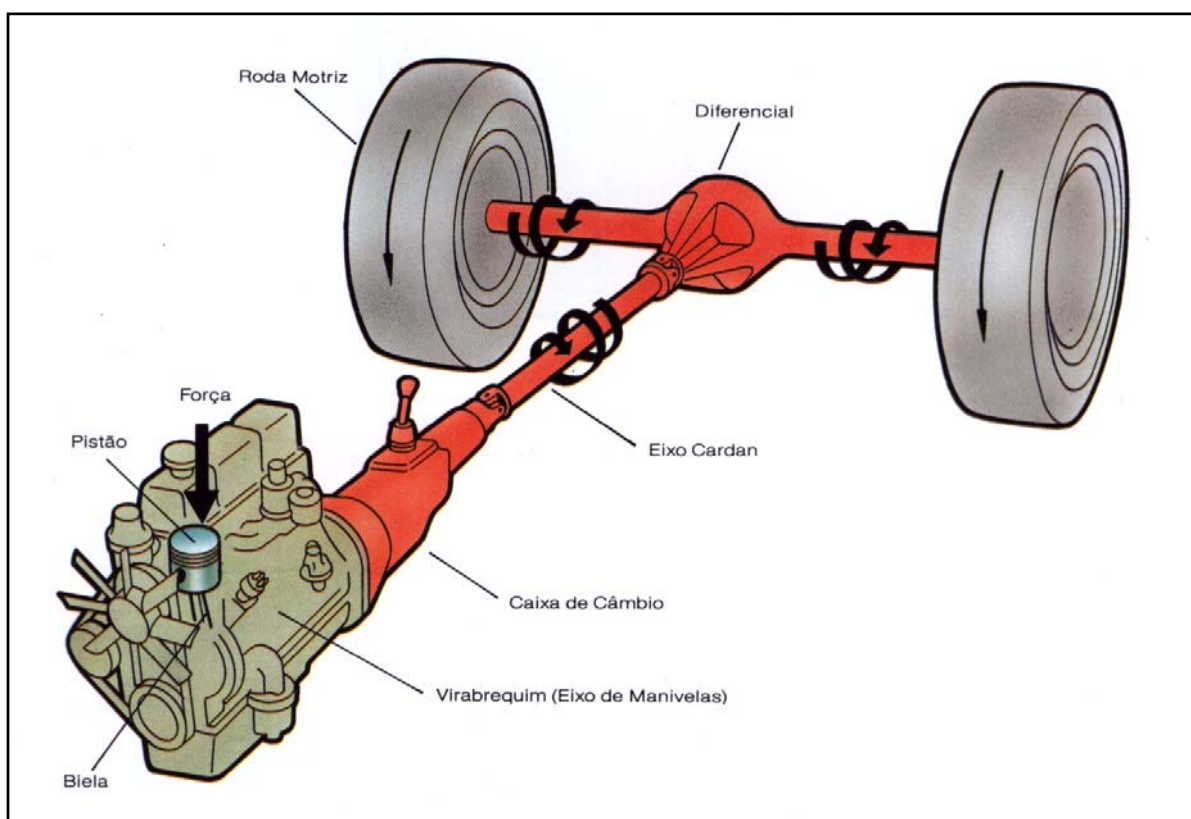


Fonte: <http://www.joseclaudio.eng.br/diesellal.html>.

Figura 5 - Motor diesel CUMMINS modelo 6CT8.3, visto em corte.

A Figura 6, a seguir, ilustra os principais componentes de transmissão de força: motor, caixa e diferencial (MANUAL técnico, 2000).

É importante destacar que a vida útil desses componentes aumenta consideravelmente com a operação do veículo dentro das especificações dos fabricantes e que os custos são demasiadamente altos, referentes, por exemplo, à manutenção dos itens: engrenagens, embreagens e suspensão, que se deterioram muito mais rápido a altas velocidades (Aeroeletrônica, 200-).

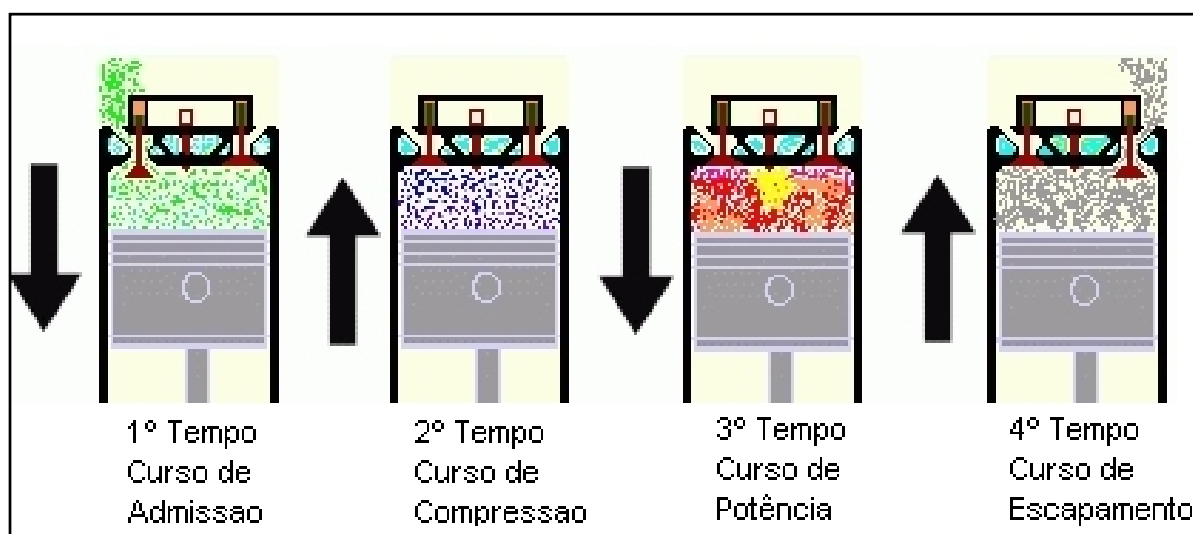


Fonte: Metal Leve (2000).

Figura 6 - Componentes de transmissão de força.

2.5.2. Ciclo operacional do motor diesel

Os motores de combustão interna de êmbolo transformam energia térmica em energia mecânica diretamente utilizável, através da realização de um ciclo termodinâmico. Várias etapas ocorrem durante a realização deste ciclo, de acordo com a posição rotativa do êmbolo e da árvore de manivelas, as quais recebem o nome de tempo do motor. A Figura 7 ilustra o ciclo operacional do motor diesel (MOTORES E GERADORES, 2003).



Fonte: <http://www.joseclaudio.eng.br/diesellal.html>.

Figura 7 - Ciclo operacional do motor diesel.

1º Tempo - Curso de Admissão - com o pistão em movimento descendente, dá-se a admissão, que se verifica, na maioria dos casos, por aspiração automática da mistura ar-combustível (nos motores Otto), ou apenas ar (motor Diesel). Na maioria dos motores diesel modernos, uma ventoinha empurra a carga para o cilindro (turbocompressão).

2º Tempo - Curso de Compressão - ocorre a compressão, com o pistão em movimento ascendente. Pouco antes do pistão completar o curso, ocorre a ignição por meio de dispositivo adequado (no motor Otto), ou a auto-ignição (no motor Diesel).

3º Tempo - Curso de potência (Combustão) - com o pistão em movimento descendente, tem-se a ignição, com a expansão dos gases e transferência de energia ao pistão (tempo motor).

4º Tempo - Curso de Escapamento - o pistão, em movimento ascendente, empurra os gases de escape para a atmosfera.

2.6. Curvas de desempenho do Motor

Para cada motor existe uma faixa de operação, que equivale a seu desempenho ideal em termo de potência, torque e consumo específico. Dessa maneira, é preciso conhecer a curva de desempenho de um motor para estabelecer a faixa de rotação ideal, que atenda as exigências da operação a ser realizada, cujo consumo específico de combustível seja aceitável.

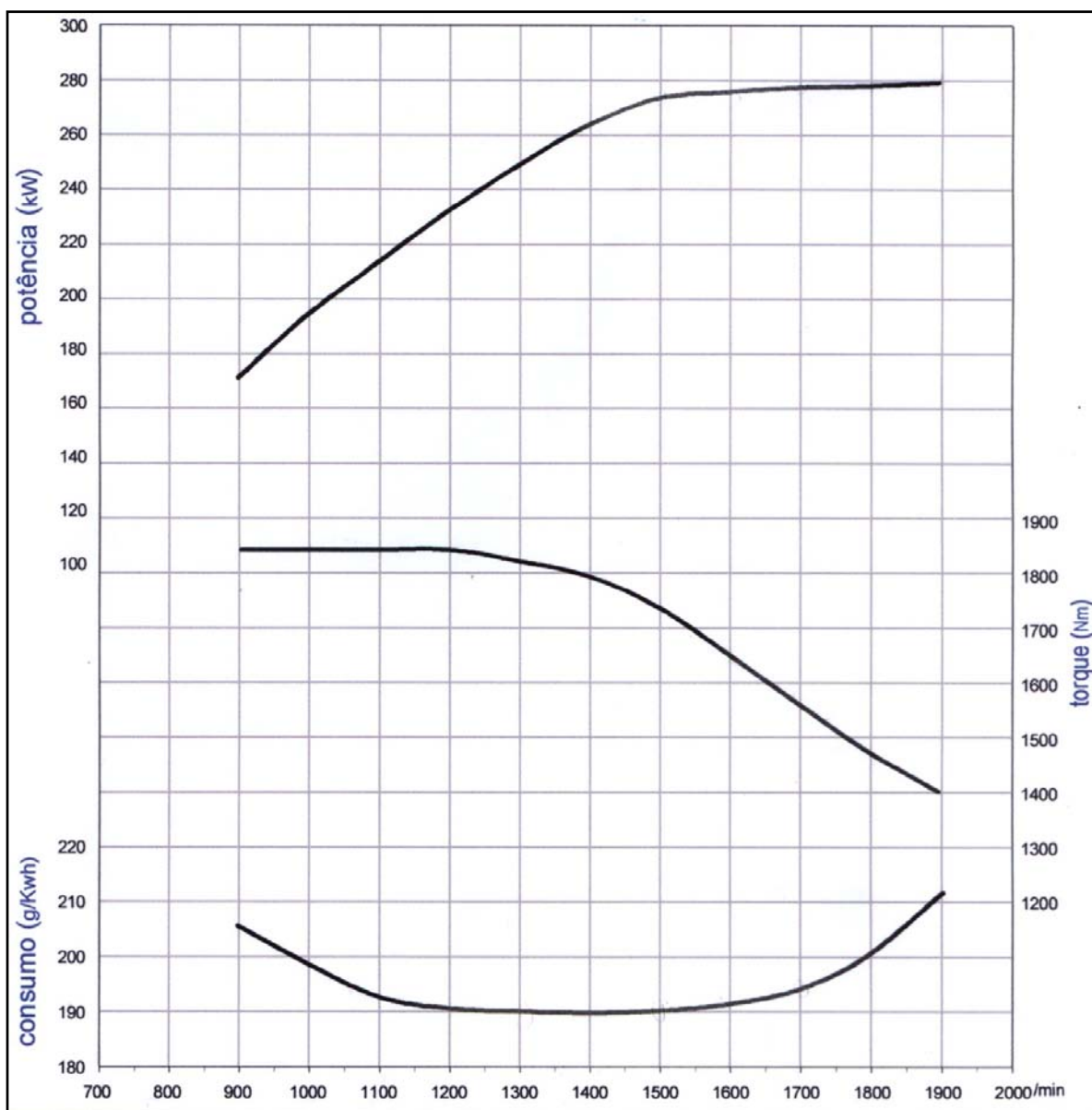
A elevação da potência do motor é obtida com o aumento de sua rotação. Assim, a potência máxima equivale à rotação máxima, enquanto o torque máximo pleno é obtido mais no centro dessa rotação. São mostradas na Tabela 3 informações sobre a potência típica de quatro categorias de transporte, fornecida pela Mercedes-Benz do Brasil. A Figura 8 ilustra as curvas de desempenho típicas de um motor diesel enquadrado na categoria dos caminhões extrapesados (PARÂMETROS, 2003).

Tabela 3 - Potência, consumo específico mínimo e percentual da produção para categorias diferentes de transporte

Categoria	Potência Nominal kW	Consumo Específico Mínimo g/kWh	Produção %
Comerciais leves	90	201	27,5
Caminhões semipesados	150	194	24,7
Caminhões extrapesados	280	190	34,9
Ônibus	155	197	12,9

Fonte: Mercedes-Benz do Brasil (2001).

A legislação brasileira é calcada na européia, o que se explica pela preponderância das montadoras de veículos diesel, oriundas da Europa (MERCEDES-BENZ, SCANIA e VOLVO), no mercado nacional (PARÂMETROS 2003).



Fonte: Mercedes-Benz (2001).

Figura 8 - Curvas típicas de desempenho do motor diesel (caminhão extrapesado).

2.7. Fatores relacionados ao aumento do consumo de combustível nos veículos de transporte rodoviário

2.7.1. Velocidade

Experiências feitas nas estradas indicam que a velocidade média ideal para caminhões está entre 80 e 88 km/h, e a potência exigida para aumentar a velocidade

é drasticamente elevada, por exemplo: viajando a 96 km/h há uma exigência de 73% a mais de HP do motor; já a 112 km/h há uma exigência de 159% a mais de HP do motor, refletindo diretamente no consumo de combustível (AEROELETRÔNICA, 2001). Segundo o mesmo autor, a cada km/h acima de 80 km/h haverá aumento no consumo de combustível em 1,5%. Um caminhão cuja média seja de 3,36 km/L a 80 km/h terá uma média de 2,8 km/L a 96 km/h. Aumentando a velocidade de 80 km/h para 96 km/h, o aumento nos custos de manutenção é de 38%. Aumentando para 112 km/h, o acréscimo nos custos é de 80%.

Teste realizados com diversos veículos mostram que o consumo a 100 km/h chega a ser até 20% maior do que a 80 km/h (BIOCHINI, 2002). O centro de pesquisa da Petrobrás realizou testes que indicaram também aumento no consumo de até 20% para carros que andavam a 100 km/h, confrontados com outros que não passavam dos 80 km/h (PETROBRÁS, 2003). Em alguns motores, entre 100 e 130 km/h o consumo pode aumentar 25% (ECONOMIA, 2003).

Em altas velocidades, o motor trabalha em rotação mais elevada e o veículo passa a sofrer maior resistência do ar, sendo inevitável o aumento nas médias de consumo. O aumento de velocidade não atua da mesma maneira em todos os carros, pois as características técnicas do veículo e a configuração da carroceria é que vão definir o quanto se perderá em economia de combustível; dependendo do modelo, poderá haver elevação de 21 a 28% no consumo (VELOCIDADE, 2003).

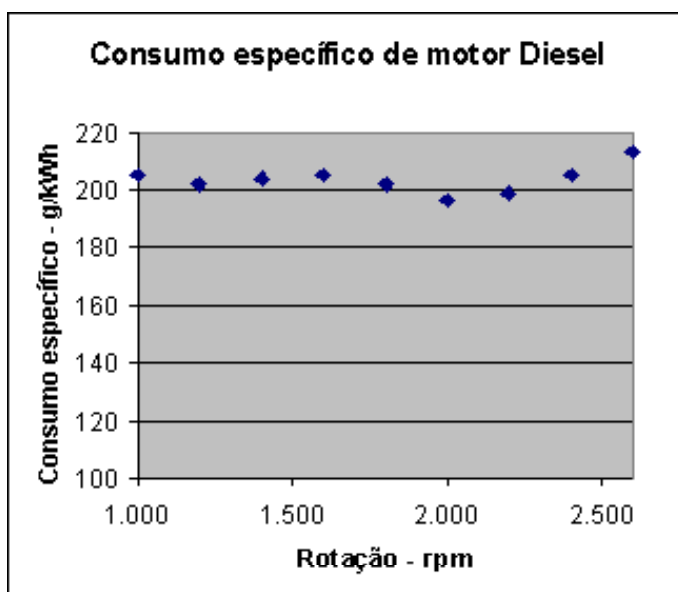
As altas velocidade aumentam também a temperatura dos pneus acima do nível crítico e acabam por causar rápida deterioração na durabilidade e desgaste em suas propriedades; o desgaste dos pneus praticamente dobra quando rodam a 112 km/h ou mais (AEROELETRÔNICA, 2001).

2.7.2. Rotação do Motor

O motor tem mais força e consome menos combustível quando trabalha em rotações médias. É a chamada faixa de torque do motor, indicado pela faixa verde.

O consumo específico de combustível do motor varia conforme a sua rotação. Para cada motor existe uma rotação que leva a um desempenho ideal em termos de potência e torque.

Segundo Parâmetros (2001), para categoria de automóveis e veículos comerciais leves da Mercedes-Benz, há relativa constância do consumo específico em ampla faixa de rotação, em motores diesel (Figura 9).



Fonte: Mercedes-Benz do Brasil S.A.

Figura 9 - Consumo específico em função da rotação do motor.

2.7.3. Marcha lenta

A marcha lenta causa duas vezes mais danos ao motor do que dirigir em marcha apropriada. Uma hora de marcha lenta equivale de 80 a 120 minutos dirigindo, resultando numa perda de combustível, causada pelo motor ligado sem o veículo rodar, de mais de 3.040 litros de combustível, em média, por caminhão ao longo do ano (AEROELETRÔNICA, 2001). De acordo com IDAQ (2003), manter a marcha lenta regulada até 650 rpm contribui para diminuir o consumo de combustível.

Em um estudo realizado pela Mercedes-Benz do Brasil sobre a influência da marcha lenta no consumo de combustível, utilizando-se no teste o motor OM 457 LA do LS 2638 e um medidor de consumo de combustível da marca VDO, mediu-se o consumo do motor na rotação fixa de 600 rpm (rotações por minuto), que é a da marcha lenta, encontrando-se uma média de consumo igual a 50 ml de diesel por minuto de funcionamento (NERI, 2003).

2.7.4. Ponto neutro ("banguela")

Trafegar em ponto neutro significa conduzir com o veículo desengrenado. Em condições de operação em declives, com o motor sendo impulsionado pela

transmissão e o acelerador não acionado, o consumo de combustível é nulo para caminhões dotados de motores com sistema de gerenciamento eletrônico, pois ocorre a obstrução da passagem de combustível, mediante o acionamento do freio motor; a força, neste caso, é transmitida em sentido contrário, iniciando pela roda motriz, passando pelo diferencial e eixo cardan (Figura 6), não havendo, assim, transformação de energia térmica em mecânica, mas apenas transmissão de energia mecânica (NERI, 2003).

2.7.5. Condução econômica

Este termo tem por finalidade o uso correto do veículo pelo operador, com melhor aproveitamento dos recursos de equipamentos e mão-de-obra (GONÇALVES, 2003). Segundo esse autor, isso resultará em diminuição do número de acidentes com os veículos e permitirá, ainda, reduzir o consumo de combustível, como também as quebras e o desgaste excessivo de peças e partes, como freios, embreagens, pneus e transmissões.

Estudos comprovam que o consumo de combustível pode ser reduzido em até 25% simplesmente se o motorista dirigir mais suavemente (VOLVO, 2000).

De acordo com Aeroeletrônica (200-), dirigir fora dos padrões estabelecidos pelos fabricantes, como exceder velocidade, imprimir rotações desnecessárias, como em arrancadas, e permanecer tempo excessivo em marcha lenta acarretam custos demasiadamente altos; dessa forma, medidas que venham a controlar essas atitudes são de extrema importância para empresas operadoras de caminhões comerciais, ônibus e proprietários de frota.

2.7.6. Outros fatores relacionados ao consumo

O consumo excessivo de combustível é basicamente influenciado por três fatores: recursos humanos, manutenção do veículo e combustível (CONSUMO, 2003).

Uma boa manutenção do veículo possibilita melhor consumo; assim, quanto mais cuidado com o veículo, mais estável será seu funcionamento, gerando benefícios no consumo e nas emissões.

Em relação à qualidade do diesel, não há uma padronização dos produtos das refinarias brasileiras, uma vez que elas processam óleos de várias procedências

e com diferentes características. Suas especificações cobrem apenas os requisitos mínimos para assegurar o desempenho dos motores, o que tem sido atendido pelo ajuste do perfil de refino, dentro do possível, mediante a variação da composição do produto (PARÂMETROS, 2003).

2.8. Infrações

2.8.1. Velocidade

A velocidade é o grande fator de risco de acidentes de trânsito. Além disso, determina, em proporção direta, a gravidade das ocorrências (EDUCAÇÃO, 2003).

De acordo com Código (2003a), a velocidade máxima permitida nas rodovias, onde não houver sinalização regulamentadora, será de oitenta quilômetros por hora, para caminhões. O descumprimento desta lei será classificado como infrações gravíssimas (Art. 218 I b e II b), tendo como penalidades multas e outras medidas administrativas, como exposto no Quadro 1 (O NOVO código, 2003).

Quadro 1 - Descrição da infração, artigo correspondente no Código de Trânsito Brasileiro (CTB), valor da multa, pontos anotados na carteira de motorista e medidas administrativas que podem ser tomadas pelas autoridades de trânsito, em cada caso

INFRAÇÕES GRAVÍSSIMAS - 7 PONTOS:			
DESCRIÇÃO DA INFRAÇÃO	ARTIGO CTB	MULTA (UFIR)	OUTRAS MEDIDAS ADMINISTRATIVAS
TRANSITAR EM RODOVIAS, VIAS DE TRÂNSITO RÁPIDO E VIAS ARTERIAIS, EM VELOCIDADE SUPERIOR A 20% ACIMA DA MÁXIMA PERMITIDA NO LOCAL, MEDIDA POR INSTRUMENTO OU EQUIPAMENTO HÁBIL	218 - I b	180 x 3	SUSPENSÃO DO DIREITO DE DIRIGIR
TRANSITAR EM OUTRAS VIAS, QUE NÃO RODOVIAS, VIAS DE TRÂNSITO RÁPIDO E VIAS ARTERIAIS, EM VELOCIDADE SUPERIOR A 50% ACIMA DA MÁXIMA PERMITIDA NO LOCAL, MEDIDA POR INSTRUMENTO OU EQUIPAMENTO HÁBIL	218 - II B	180 x 3	RECOLHIMENTO DO DOCUMENTO DE HABILITAÇÃO E SUSPENSÃO DO DIREITO DE DIRIGIR

Fonte: O Novo Código de Trânsito Brasileiro - Lista de infrações -

<http://www.taboadaserra.sp.gov.br/infracoes.htm>.

Como já relatado, o excesso de velocidade imprime grande contribuição no risco de acidentes de trânsito. São relatadas a seguir, de acordo com Aeroeletrônica (2000), as distâncias aproximadas de frenagem, referente à velocidade de caminhões de dois eixos:

- 80 km/h – 83,82 m
- 96 km/h – 114,3 m
- 112 km/h – 152,4 m

Dessa maneira, a distância de frenagem a 112 km/h é 81,8% maior que a 80 km/h. Mesmo estando de dia, altas velocidades aumentarão significativamente a probabilidade de acidentes.

2.8.2. Ponto neutro

Não se recomenda em hipótese alguma esse tipo de atitude, principalmente nos trechos em declive, por razões óbvias de segurança e de ordem legal.

De acordo com Código (2003b), transitar com o veículo desligado ou desengrenado (ponto neutro) em declive é considerado infração leve e tem como penalidade a perda de três pontos na carteira de motorista, multa de 80 UFIRs e retenção do veículo.

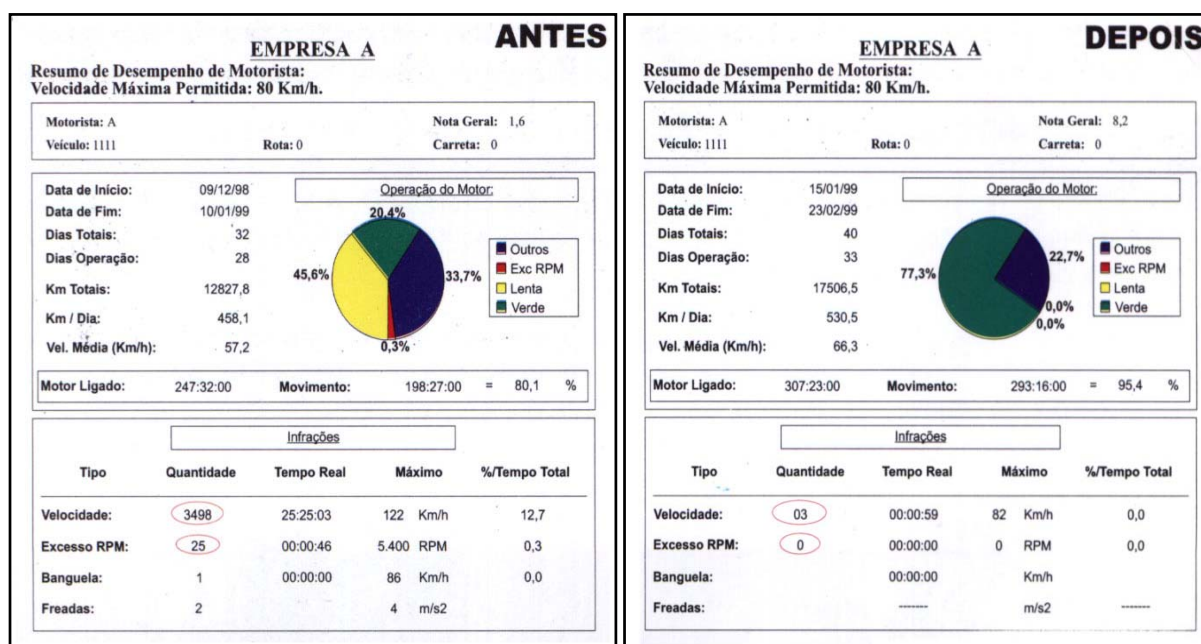
2.9. Microcomputador de bordo

De acordo com Aeroeletrônica (1997), o microcomputador de bordo (MB) é um sistema composto por um equipamento adaptado ao veículo e um conjunto de aplicativos que gerenciam o recebimento e a análise das informações monitoradas no veículo. O resultado desse monitoramento é uma ferramenta para análise e gerenciamento de frota de veículos, que permite reeducar o motorista na sua forma de condução, fazendo com que o veículo seja conduzido de modo econômico, produtivo e seguro, emitindo relatórios para que a empresa possa avaliar seus motoristas de forma simples, rápida e muito precisa. O sistema traz ao frotista benefícios, como: maior economia sobre o consumo; menor gasto de manutenção e menor número de acidentes de trânsito.

As principais informações registradas pelo MB são: excesso de velocidade; distância percorrida; paradas e sua duração; excessos de rotação; pontos neutros; baixa pressão do óleo do motor; freadas bruscas; movimento diário (nº e horário das

paradas, distância e trecho percorrido, velocidade, etc.); excesso de temperatura do motor; baixa carga do alternador; conexão e número da carreta rebocada; pressão dos pneus (veículos com Rodoar); número de passageiros; identificação de motoristas e cobradores; controle de abertura de portas; e relatório dos últimos dois minutos (ativado após uma freada brusca).

A Figura 10 exemplifica modelos de relatórios fornecidos pelo Sistema de Controle de Frotas (MB), em situação antes e depois de o motorista ter conhecimento de que seu veículo estava equipado com MB. Dentre as informações registradas, o MB apresenta um gráfico, destacando o percentual médio de funcionamento do motor em marcha lenta, em excesso de rotação, e principalmente o tempo de condução em faixa verde que corresponde à minimização de custos operacionais, economizando combustível e prolongando a vida útil do motor.



Fonte: Aeroeletrônica (199-).

Figura 10 - Modelos de relatório do MB.

Para a operação do motor, os valores de marcha lenta e excesso de rotação reduziram-se a 0%. A utilização da faixa verde, considerada a faixa ideal de consumo, aumentou de 20,4% para 77,3%, e o tempo do motor ligado em movimento, que era de 80,1%, passou para 95,4%. Em relação às infrações, constatou-se redução de 99,9% para a infração velocidade e de 100% para as outras infrações.

A Tabela 4 mostra um resumo da economia ocasionada pela utilização do microcomputador de bordo em algumas empresas transportadoras, podendo-se notar elevada economia com combustível, juntamente com alguns registros de economia de pneus e lonas de freio (AEROELETRÔNICA, 200-).

Tabela 4 - Economia ocasionada pela utilização do microcomputador de bordo

Redução nos Custos / Mês (por veículo)		Economia com Combustível	Economia com Pneus	Economia com Lonas de Freio	Economia TOTAL nos Custos (Por veículo)	Payback
CLIENTE	Média (km/mês)	%	%	%	R\$	Tempo
REDE-Celtins	350	10,8	20	–	88,50	9 meses
TROPICAL	3.500	7,5	–	–	52,50	20 meses
IPIRANGA	6.000	30	–	–	119,99	10 meses
T. SIMON	8.000	12	15	20	308,84	5 meses
T. GABARDO	14.000	9	–	–	206,64	7 meses
T. CAVALINHO	18.000	10	–	–	263,07	6 meses
SAFRA	18.000	10	15	25	460,50	4 meses

Fonte: Aeroeletrônica (200-).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Com base nas informações do computador de bordo instalado em veículos de transporte de madeira de duas transportadoras (A e B), analisou-se o efeito da permanência do veículo em marcha lenta (rotação de 600 rpm); do excesso de rotação do motor (valores superiores a 2.000 rpm); e da ocorrência de pontos neutros e velocidades superiores a 80 km/h.

As rotas rodoviárias distribuíram-se por três localidades: sul da Bahia (BA), São Mateus (ES) e Aracruz (ES), com predominância de geometria plana e piso asfáltico, abrangida em sua maioria pela BR 101.

O transporte foi realizado em regime de três turnos de oito horas cada um, operando 24 horas por dia e 365 dias ao ano, exigindo uma equipe de três motoristas por veículo.

O combustível usado no transporte de madeira foi fornecido pela Aracruz Celulose S/A. O preço do diesel utilizado nos cálculos de custo foi de R\$ 0,9524, que é um valor médio dos meses de setembro a novembro de 2002, período em que as informações foram registradas pelo microcomputador de bordo.

Foi utilizada a estatística descritiva na análise dos dados, uma vez que se trabalhou com todos os veículos que continham o computador de bordo instalado.

3.1. Coleta de dados

Foi utilizado um MB para monitorar e coletar dados de cada veículo. Os MBs usados foram de duas versões: um denominado caixa preta, o qual funciona sem a intervenção humana; e o outro com teclado e mostrador, que permite ao operador registrar eventos previamente codificados, controlando as diversas operações da Composição Veicular de Carga (CVC). As duas versões são ilustradas na Figura 11.



Figura 11 - Microcomputador de bordo (MB).

O MB é conectado por cabos especiais a vários sensores instalados nos veículos, de modo que sejam registradas informações previamente definidas sobre a operação do veículo durante o seu ciclo operacional.

Os dados obtidos foram armazenados em um cartão de memória PCMCia inserido no compartimento superior do MB, sendo as informações transferidas de sua memória interna para o cartão de memória, e deste para um PC. Utilizando-se o aplicativo MBREL (Programa de Emissão de Relatórios ou Programa de Análise de Dados), eram processados e analisados os dados oriundos de cada veículo. O microcomputador de bordo (MB) é um equipamento adaptado ao veículo; o MBCOM é um aplicativo de coleta de dados; o MBREL é um aplicativo de emissão de relatórios; e o MB_DADOS.DAT, arquivo de coleta ou simplesmente coleta, indica um arquivo com dados de um ou mais veículos.

A coleta dos dados referentes à transportadora A ocorreu entre 25 de outubro e 2 de novembro de 2002, e a referente à transportadora B, entre 5 e 12 de novembro de 2002, ambas em regime de 16 horas por dia, entre o período das 8 às 24 horas. O total de CVCs analisados foi de 54 e 40, para as transportadoras A e B, respectivamente.

As informações referentes aos dados coletados consistiram de dias de operações diferentes para cada veículo; assim, tornou-se conveniente transformar os dias relativos às operações em uma unidade fixa de tempo, mensal.

Assim como os dias de operações foram convertidos em uma unidade-padrão, o tempo das operações foi convertido em minutos, uma vez que o consumo foi expresso nesta unidade.

Pode-se visualizar na Figura 12 um exemplo de relatório de uma das transportadoras, em que os valores destacados de cinza referem-se às informações trabalhadas em todas as análises. Na Figura 13 é mostrado um gráfico apresentando as infrações relativas ao relatório no período analisado.

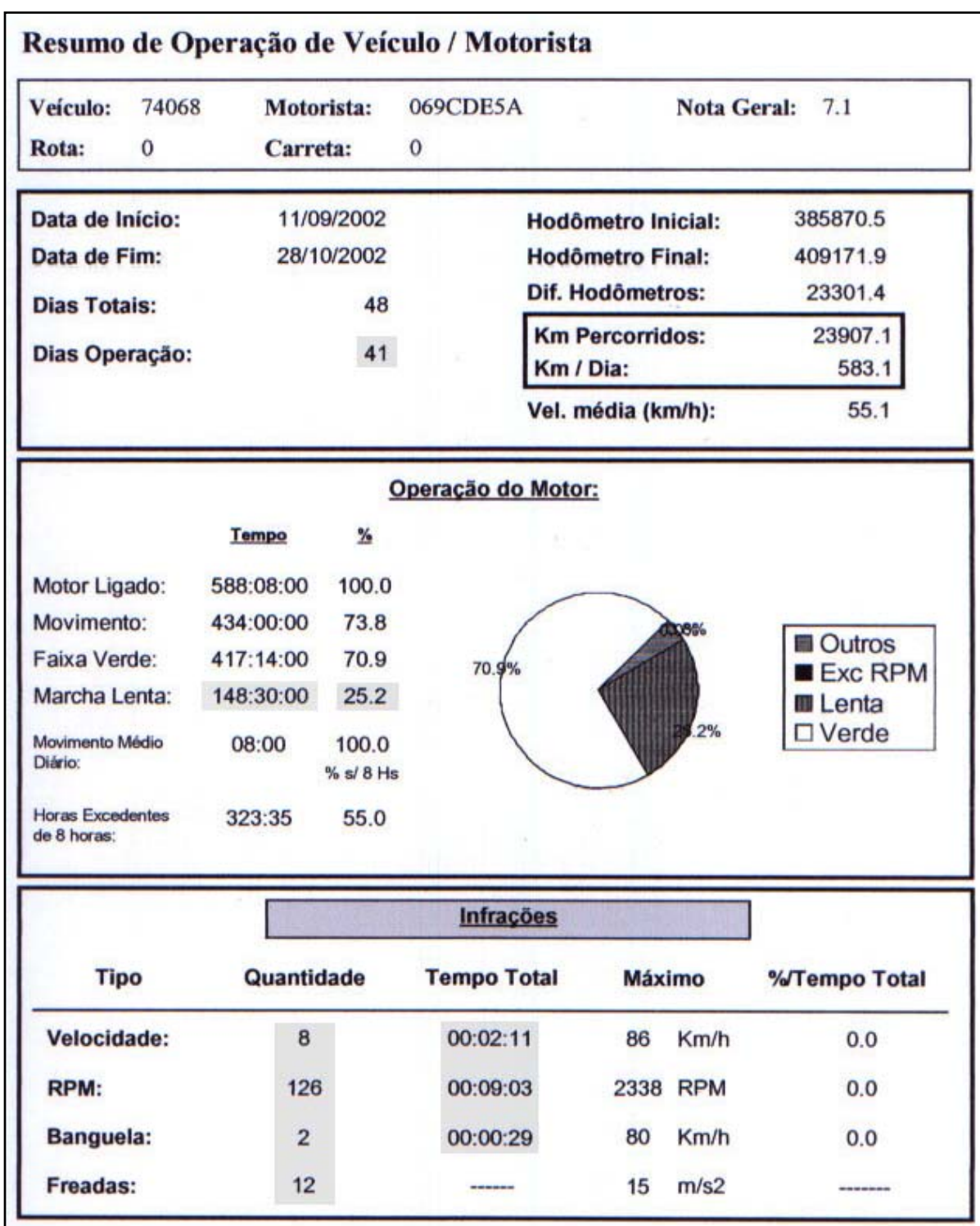


Figura 12 - Resumo de operação de veículo.

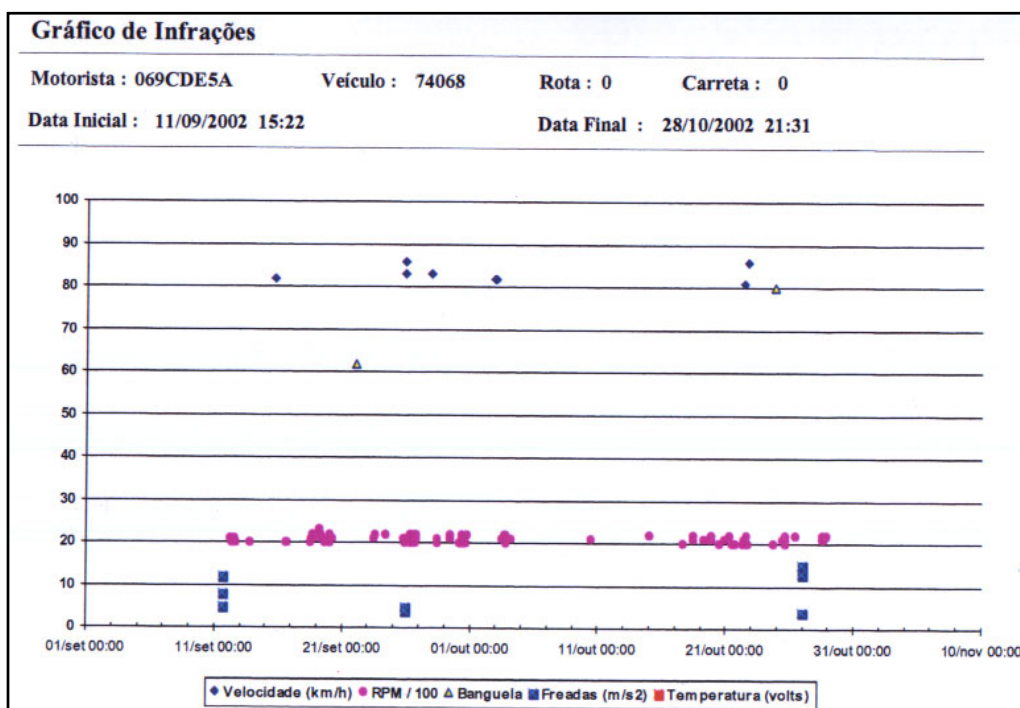


Figura 13 - Gráfico de infrações.

3.2. Composição Veicular de Carga (CVC)

O cavalo-mecânico utilizado nas CVCs foi o Mercedes-Benz, modelo LS-2638, com tração 6x4 (Figura 14). Ele possui um motor turboalimentado com intercooler, modelo OM-457 LA, com sistema de injeção por gerenciamento eletrônico, que proporciona melhor desempenho. O LS-2638 possui capacidade máxima de tração - técnica (CMT) de 123 toneladas.



Fonte: Mercedes-Benz (2003).

Figura 14 - Cavalo-mecânico, modelo LS-2638.

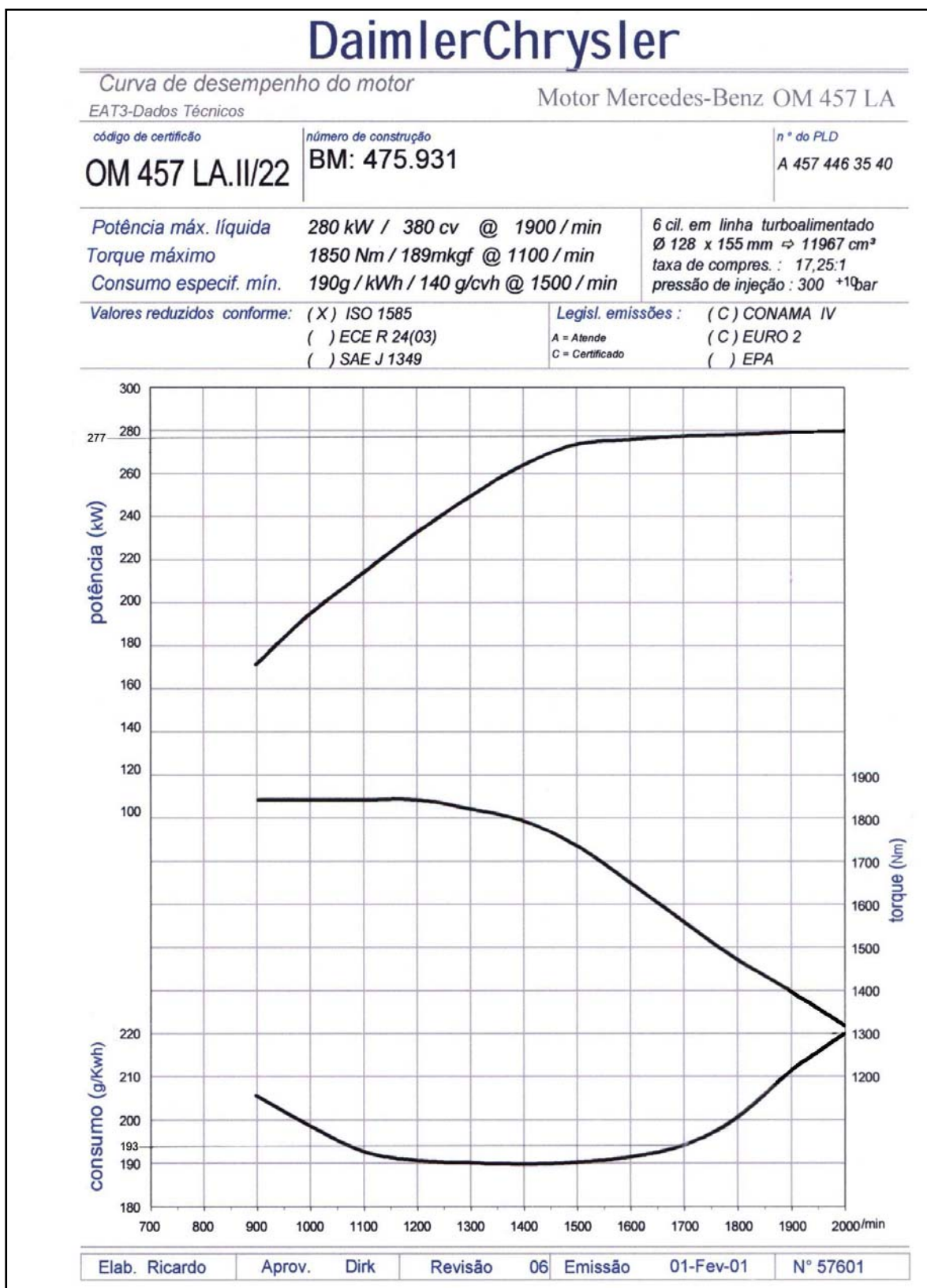
O tipo de CVC utilizado no transporte de madeira foi o tritrem, com capacidade de carga média em torno de 52 toneladas. A Figura 15 ilustra a CVC tritrem carregada com madeira.



Fonte: Aracruz Celulose (1997).

Figura 15 - Tritrem no pátio da Aracruz Celulose.

As curvas características de um motor constituem um instrumento de grande utilidade para analisar o seu comportamento nos vários regimes de rotação previstos e um meio seguro de comparar as aptidões de diferentes motores submetidos a ensaio. O gráfico da Figura 16 representa as curvas características do motor OM-457 LA do cavalo-mecânico Mercedes Benz, modelo LS-2638.



Fonte: DaimlerChrysler (2001).

Figura 16 - Curva de desempenho do motor OM-457 LA da Mercedes-Benz.

3.3. Velocidade

Considerou-se infração exceder a velocidade de 80 km/h, com a CVC vazia, sendo a velocidade máxima para a composição carregada, de 70 km/h.

Não foi calculado o consumo relativo ao excesso de velocidade, por não se conhecer exatamente a faixa de potência associada a cada rotação, mas foi possível detectar que os excessos se deram na faixa de 80 a 90 km/h, salvo algumas exceções, que ultrapassaram a faixa de 90 km/h. Esse motor apresenta, para uma velocidade de 90 km/h, em 8ª simples (última marcha), uma rotação de 1.500 rpm, cujo consumo é mínimo (Figura 16); assim, acredita-se que o consumo, apesar de existir, não seja tão elevado, considerando que 80 km/h é uma velocidade permitida.

3.4. Rotação do motor

Considerou-se a rotação do motor de 2.000 rpm como o teto, acima do qual foi considerado infração. O relatório do MB forneceu o tempo em que os veículos excederam o teto de rpm.

Analisando a Figura 16, observa-se que, quando a rotação do motor é de 2.000 rpm, o consumo específico é igual a 220 g/kWh. Utilizando-se este valor, densidade do combustível de 850 g/L (BARROS, 2003) e potência de 280 kW, obtém-se um consumo de 72,47 litros/hora, conforme segue:

$$\text{Consumo específico} = \frac{\text{Consumo horário}(l/h) * \text{densidade}(g/l)}{\text{Potência}(Kw)} \quad \text{eq.1}$$

$$220(g/Kwh) = \frac{\text{Consumo horário}(l/h) * 850(g/l)}{280(Kw)}$$

$$\text{Consumo horário} = \frac{220 * 280}{850} = 72,47L/h$$

Segundo Neri (2003), a rotação de 1.700 rpm está enquadrada na faixa de operação necessária para o transporte de madeira da empresa estudada, cujo consumo específico está na ordem de 193 g/kWh, com potência próximo da máxima e torque superior ao equivalente à potência máxima (Figura 16). Dessa maneira, utilizou-se a eq.1 (MIALHE, 1996) para cálculo do consumo horário na rotação de

1.700 rpm, encontrando-se um valor de 62,895 L/hora. Obteve-se então o consumo de combustível atribuído ao excesso de rpm do motor (acima de 2.000 rpm), utilizando-se nos cálculos o consumo na rotação de 2.000 rpm e na faixa em que poderia ter sido realizado o trabalho, caso fosse respeitada uma dinâmica de condução do veículo, considerando a rotação de 1.700 rpm. Essa diferença de consumo foi de 0,1596 litros/minuto, valor este considerado como desperdício, calculado para cada veículo.

3.5. Marcha lenta do motor OM 457 LA

Como descrito na literatura, o consumo de combustível do motor OM 457 LA do LS 2638 em marcha lenta é de 50 mL de diesel por minuto, sendo este valor utilizado nos cálculos em relação ao consumo de combustível para esta marcha.

3.6. Ponto Neutro

O sistema MB registrou as quantidades de ponto neutros ("banguelas") e seus respectivos tempos de duração nos dias de operação.

O tempo gasto em ponto neutro foi considerado como rotação em marcha lenta, atribuído como desperdício, uma vez que não há consumo de combustível para estes veículos, caso permaneçam com freio motor acionado, em vez de ficar em ponto neutro (Anexo B).

3.7. Condução Econômica

Foi organizada uma cartilha (Anexo B) sobre condução econômica. A totalidade das informações foi retirada da revista Transporte Moderno, analisadas juntamente com pilotos de provas especializados nos veículos em estudo. Sua aplicação visa melhor conscientização por parte dos motoristas no que concerne ao entendimento de algumas regras e normas da condução econômica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Custo Mensal

A dinâmica de condução dos veículos das transportadoras A e B com frota analisada de 54 e 40 CVCs, respectivamente, pode ser constatada com a distribuição do custo mensal (R\$/mês) correspondente ao consumo de combustível, apresentado na Figura 17, em que se utilizou de um valor para o combustível de R\$ 0,9524, média dos meses de setembro a novembro de 2002.

A Tabela 5 apresenta os valores médios do gasto mensal com combustível, referentes aos parâmetros marcha lenta, excesso de rotação e ponto neutro, para as transportadoras A e B. Analisando os resultados, observa-se que o maior gasto com combustível está associado ao funcionamento do motor em marcha lenta: 91,32% e 99,09%, respectivamente, para as transportadoras A e B. Os relatórios fornecidos pelos computadores de bordo apresentaram valor percentual médio de funcionamento do motor em marcha lenta de 24,47% para a transportadora A e 25,79% para a transportadora B. Esse valor é elevado quando comparado à média do tempo do motor funcionando em marcha lenta, de 5%, obtida de cinco transportadoras de cargas diversas, referente a veículos pesados, após estarem cientes do funcionamento do sistema MB (Anexo A).

Considerando como padrão de funcionamento do motor em marcha lenta o tempo médio de 5%, uma vez que é possível obter este valor, bastando apenas desligá-lo durante as paradas que despendem maior tempo, pode-se reduzir o funcionamento do motor nesta marcha em 19,47 e 20,79 pontos percentuais, respectivamente para as transportadoras A e B, resultando em uma economia, em relação ao parâmetro marcha lenta, de 79,57% para a transportadora A e de 80,61% para a transportadora B.

Existem para este parâmetro agravantes que não foram analisados, mas que são conhecidos. Um exemplo é o maior desgaste do motor devido à queima parcial do combustível, ocasionando maior acúmulo de resíduos, que são levados para o cárter e contaminam o óleo do motor (NERI, 2003).

Ainda de acordo com a Tabela 5, o excesso de rotação representou 0,33% e 0,88% dos gastos referentes aos parâmetros analisados para as transportadoras A e

B, respectivamente. Sua média foi de R\$ 1,29 ao mês para a transportadora A e de R\$ 3,89 para a transportadora B. O custo mensal da frota foi de R\$ 69,45 para a transportadora A e de 155,62 para a transportadora B. Uma análise mais detalhada das informações apresentadas no relatório do MB, referente ao excesso de rotação, mostrou que, para a transportadora B, oito equipes cometeram entre 600 e 3.200 excessos de rotação ao mês, representando 68,55% do total gasto em reais por mês para esta frota. Considerando que o valor configurado como excesso era quando a rotação do motor excedia a 2.000 rpm - segundo instrutor da Mercedes-Benz, o transporte na empresa estudada pode ser realizado com rotação de 1.700 rpm - , fica claro que valores superiores a esta rotação não são justificáveis e causam gasto desnecessário com combustível, motor, peças e mecanismos que o compõem, que são mais rapidamente deteriorados pela freqüente permanência de uma rotação muito elevada.

A análise do ponto neutro dos veículos de ambas as transportadoras apresentou, respectivamente, 8,35 e 0,03% do custo associado ao consumo de combustível, em relação aos parâmetros estudados. Uma análise individual de cada veículo da transportadora A revelou que a grande maioria das equipes não comete a infração, ou a cometeu em pequeno número, mostrando que, das 54 equipes analisadas, três apresentaram valores entre 800 e 6.100 pontos neutros por mês e foram responsáveis por 96,91% do total gasto em reais pela frota. A transportadora A apresentou média de R\$ 32,44, totalizando um gasto de R\$ 1.751,73 mensal, ou de R\$ 21.020,76 ao ano para toda a frota. Já a transportadora B apresentou média de R\$ 0,12 e gasto mensal de R\$ 4,80 ou R\$ 57,6 ao ano, valores bem menores que os da outra transportadora. As considerações deste parâmetro no que se refere ao desgaste do motor são as mesmas da marcha lenta. Um fator de extrema relevância é em relação à segurança, uma vez que esses veículos podem perder o controle e causar acidentes.

Tabela 5 - Valores médios do gasto mensal com combustível

Transportadora A	Marcha Lenta* (R\$/mês)	Excesso de Rotação (R\$/mês)	Ponto Neutro (R\$/mês)	Total Geral Frota / mês
Média	361,59 ★	1,29	32,44	
Erro-Padrão da Média	11,49	0,31	22,03	
Total (Frota)	19.164,50	69,45	1.751,73	20.985,68
% de consumo	91,32	0,33	8,35	100,0

Transportadora B	Marcha Lenta** (R\$/mês)	Excesso de Rotação (R\$/mês)	Ponto Neutro (R\$/mês)	Total Geral Frota / mês
Média	436,24	3,89	0,12	
Erro-Padrão da média	25,16	1,07	0,02	
Total (Frota)	17.449,61	155,62	4,80	17.610,04
% de consumo	99,09	0,88	0,03	100,0

* Percentual médio do motor funcionando em marcha lenta = 24,47

** Percentual médio do motor funcionando em marcha lenta = 25,79

★ Este valor médio refere-se a uma população de 53 caminhões

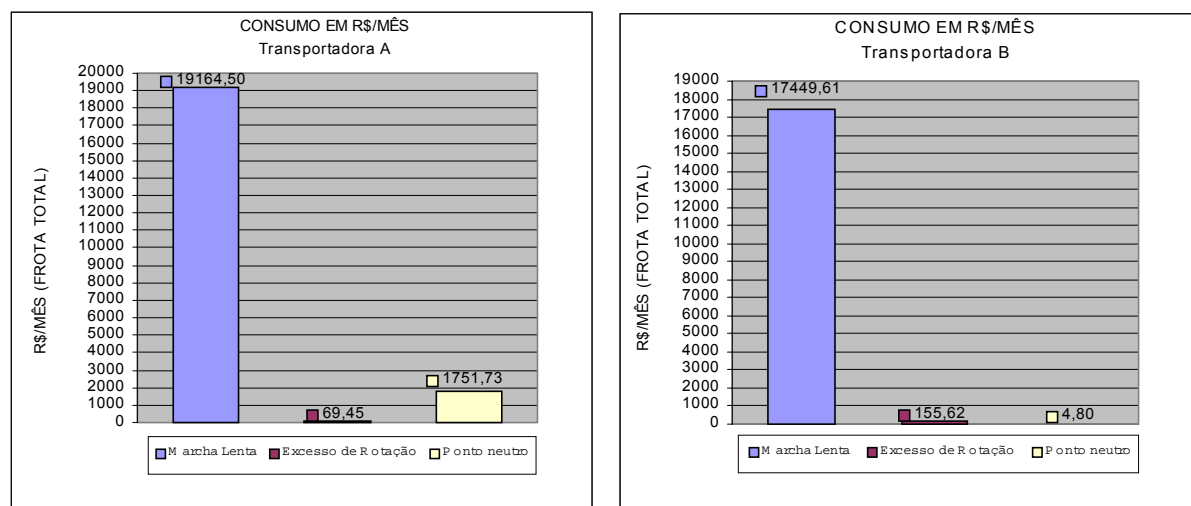


Figura 17 - Distribuição dos custos mensais de combustível.

4.2. Consumo

Nesta análise, diferentemente da anterior, os dados foram representados em litros/mês e não em reais por mês (Figura 18). Esta análise é importante, uma vez que podem ser feitas simulações com diferentes valores do combustível, já que seus preços são constantemente modificados.

A Tabela 6 apresenta os valores de consumo médio (L/mês) referentes aos parâmetros marcha lenta, excesso de rotação e ponto neutro, para a frota de veículos das transportadoras A e B.

A marcha lenta apresentou, para ambas as transportadoras, o maior consumo de combustível entre os parâmetros analisados. A transportadora A consumiu uma quantidade de 20.122,33 litros/mês, e a transportadora B, 18.321,72 litros/mês (Tabela 6). O consumo referente ao tempo de funcionamento do motor excedendo rotação apresentou valor pouco expressivo para ambas as transportadoras, sendo a transportadora A responsável pelo consumo de 72,92 litros por mês e a transportadora B por 163,40 (Tabela 6). Esse valor poderia ser maior, caso fossem configurados para o computador de bordo, como excesso de rotação, valores acima de 1.700 rpm - que é a rotação ideal para realizar o transporte de madeira nas condições de estudo, segundo Neri (2003), devido à predominância de uma geometria plana das estradas - , em vez de 2.000 rpm. É importante salientar que o valor de 2.000 rpm, trabalhado nos cálculos de consumo horário expresso em litros por hora, compreende o valor mínimo da infração e não um valor médio entre 2.000 rpm e o valor máximo alcançado acima de 2.000 rpm.

Para o ponto neutro, o consumo atribuído foi de 1.839,28 litros/mês para a frota da transportadora A, valor mais alto, devido a três equipes que não seguiram uma conduta adequada na forma de dirigir, afetando o consumo e comprometendo a segurança. No caso da transportadora B, foi registrado um consumo de 5,04 litros/mês para a frota (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios de consumo mensal de combustível

Transportadora A	Marcha Lenta* (Litros/mês)	Excesso de Rotação (Litros/mês)	Ponto Neutro (Litros/mês)	Total Geral Frota / mês
Média	379,67 ★	1,35	34,06	
Erro-Padrão da Média	12,06	0,32	23,14	
Total (Frota)	20.122,33	72,92	1.839,28	22.034,53

Transportadora B	Marcha Lenta** (Litros/mês)	Excesso de Rotação (Litros/mês)	Ponto Neutro (Litros/mês)	Total Geral Frota / mês
Média	458,04	4,09	0,13	
Erro-Padrão da Média	26,42	1,13	0,03	
Total (Frota)	18.321,72	163,40	5,04	18.490,17

★ Este valor médio refere-se a uma população de 53 caminhões

* Percentual médio do motor funcionando em marcha lenta = 24,47

** Percentual médio do motor funcionando em marcha lenta = 25,79

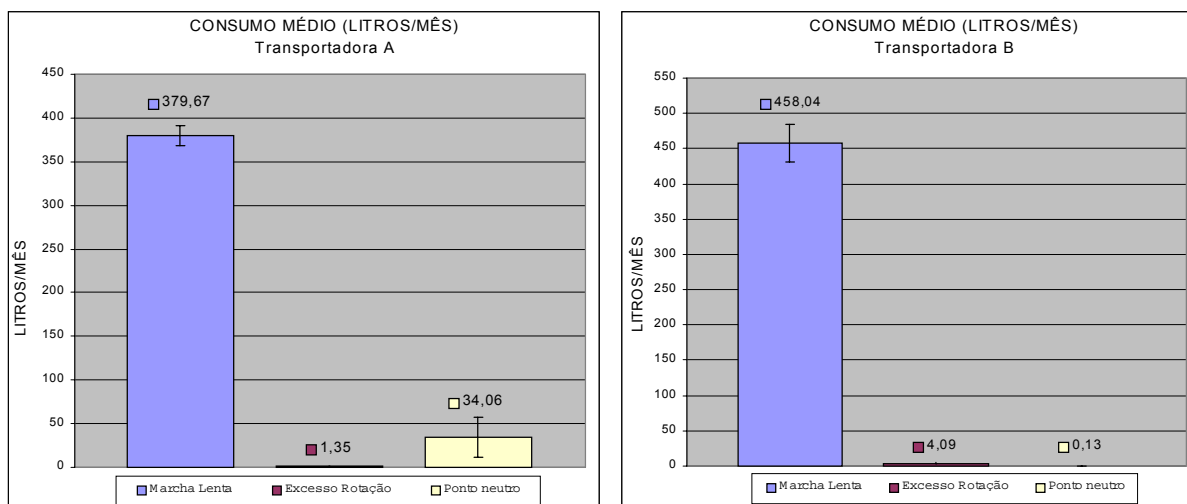


Figura 18 - Distribuição média do consumo mensal de combustível.

4.3. Infrações

As ocorrências de infrações são apresentadas na Figura 19. O excesso de rotação apresentou média de ocorrência de 126,32 excessos por mês para a transportadora A e de 409,38 excessos para a transportadora B. A primeira cometeu 6.821,35 excessos por mês, e a segunda, 16.375 (Tabela 7); nesta última, oito equipes apresentaram entre 600 e 3.200 excessos de rotação por mês, que representou 64,48% do total cometido pela frota ao mês. A consequência disso, embora não quantificada, é um maior desgaste de peças e mecanismos do conjunto, principalmente do motor, comprometendo assim a duração de sua vida útil.

O ponto neutro apresentou média de 197,38 e 8,52 ocorrências por mês para as transportadoras A e B, respectivamente. A primeira registrou 10.658,77 ocorrências por mês para toda a frota, e a segunda, apenas 340,79 (Tabela 7), valor este pequeno, embora expressivo, tanto em desperdício de combustível, desgaste do motor como no aumento do risco com a segurança. Em análise minuciosa dos dados, constatou-se que o valor médio da transportadora A se deveu a três equipes, que ignoraram a forma econômica e segura de condução do veículo e apresentaram entre 800 e 6.100 ocorrências por mês, responsáveis por 94,39% do total de ocorrências de pontos neutros da frota no mês.

A velocidade teve ocorrência média de 229,91 vezes por mês para a transportadora A e 182,23 para a transportadora B. Analisando-se os dados, a média da transportadora A foi influenciada por quatro equipes, que cometeram entre 500 e 4.000 infrações por mês, responsáveis por 86,3% da quantidade total de infrações cometidas pela frota no mês. O mesmo ocorreu com a transportadora B, sob influência também de quatro equipes, que cometeram entre 400 e 3.700 infrações de velocidade por mês, representando 71,29% do total de infrações cometidas pela frota ao mês. A transportadora A apresentou 12.415,26 ocorrências por mês para toda a frota, e a transportadora B, 7.289,07 (Tabela 7), alertando para uma maior preocupação com o consumo de combustível, a segurança e as inúmeras consequências que possam surgir caso ocorram acidentes.

Tabela 7 - Valores médios de infrações

Transportadora A	Excesso de Rotação Quantidade /mês >2.000 rpm	Ponto neutro Quantidade /mês	Velocidade Quantidade /mês >80 km/h
Média	126,32	197,38	229,91
Erro-Padrão da Média	25,80	124,68	107,27
Total (Frota)	6.821,35	10.658,77	12.415,26

Transportadora B	Excesso de Rotação Quantidade /mês >2.000 rpm	Ponto neutro Quantidade /mês	Velocidade Quantidade /mês >80 km/h
Média	409,38	8,52	182,23
Erro-Padrão da Média	92,18	1,63	89,72
Total (Frota)	16.375,00	340,79	7.289,07

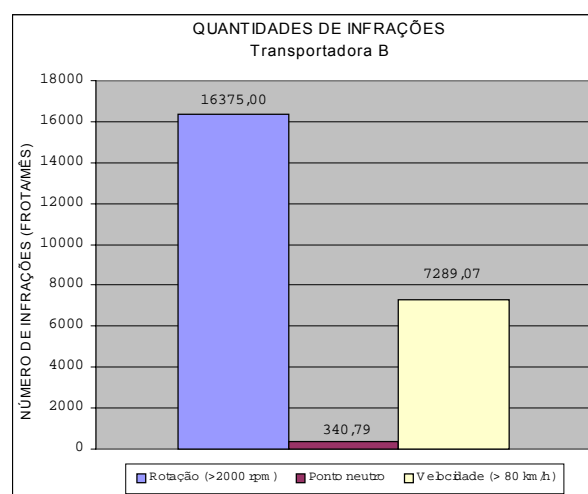
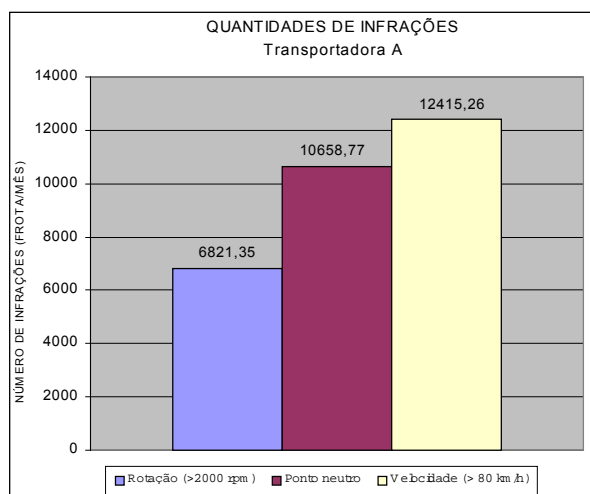


Figura 19 - Ocorrência de Infrações.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Entre os parâmetros marcha lenta, ponto neutro e excesso de rotação estudados, o que mais impactou no consumo de combustível foi a marcha lenta, responsável por 91,32% e 99,09% do gasto de combustível, seguido do ponto neutro, que representou 8,35% e 0,03%, e do excesso de rotação, com 0,33% e 0,88%, segundo as respectivas transportadoras A e B. Não foi medida a influência da velocidade no consumo de combustível, atribuindo a este parâmetro, juntamente com o ponto neutro, uma maior preocupação com a segurança.

Com base nos resultados, para as condições de estudo, pode-se concluir que:

- A metodologia utilizada é específica para o motor OM 457 LA do cavalo-mecânico Mercedes-Benz, modelo LS 2638, podendo ser usada para outros estudos, desde que adaptada às especificações dos motores utilizados.
- A marcha lenta foi responsável pelo maior consumo de combustível no transporte de madeira, seguida do ponto neutro e do excesso de rotação.
- No transporte de madeira, é possível uma redução significativa de consumo de combustível em relação à marcha lenta, em virtude do elevado tempo de espera (carga, descarga, filas e paradas obrigatórias).
- O emprego do ponto neutro e excesso de velocidade nos veículos não economiza combustível, compromete a segurança e é proibido, segundo o Código Nacional de Trânsito.
- As rotações superiores a 2.000 rpm implicam desperdício de combustível.
- O ponto de rotação máxima ideal para o motor dos veículos, nas condições estudadas, está na faixa de 1.700 rpm.
- Um pequeno número de equipes foi responsável pelo elevado número de infrações cometidas.
- A falta de treinamento dos motoristas contribui para o aumento de consumo de combustível e infrações regidas pelo Código Nacional de Trânsito.
- O cumprimento das normas sobre condução econômica (Anexo B) e do Código Nacional de Trânsito contribui com a redução dos custos com combustível e respectiva diminuição do número de infrações.

6. RECOMENDAÇÃO

Como o limite de velocidade do veículo carregado é de 70 km/h e o microcomputador de bordo foi configurado para registrar como infração velocidades acima de 80 km/h - situação permitida somente para o veículo trafegar vazio, não havendo, porém, no sistema MB um módulo que detecta se a composição está carregada ou vazia - , existe a possibilidade de que veículos possam ter cometido a infração carregado, ultrapassando, conseqüentemente, a velocidade permitida (70 km/h) e aumentando ainda mais o consumo de combustível e o risco com a segurança.

Recomenda-se estudar um mecanismo no MB que distingue a velocidade do veículo nas condições carregado e vazio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEROELETRÔNICA. **Introdução**. [Porto Alegre], [200-]. 12p.
- AEROELETRÔNICA. **Manual de operação do sistema MB**. [Porto Alegre], 1997. 65p.
- ANTUNES, F.M. **ABC do motor Diesel**. Rio de Janeiro: Empresa de Divulgação Técnica, 1940. 149p.
- ARACRUZ CELULOSE. **Consumo de combustível - Ano 2002**. [Aracruz], 2002. Não paginado.
- BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimento: planejamento, organização e logística empresarial**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 532p.
- BARROS, L.F. **Densidade do combustível**. Aracruz: Aracruz Celulose, 2003. (Informação por telefone).
- BIOCHINI, H.D. Mais eficiência no uso de combustível. **Revista Transporte Moderno**, São Paulo, n.399, p. 51-52, 2002.
- CERTO, S.C.; PETER, J.P. **Administração estratégica : planejamento e implantação da estratégia**. São Paulo: MAKRON Books, 1993. 469p.
- CÓDIGO de trânsito brasileiro: das normas gerais de circulação e conduta. Disponível em: <<http://www.der.rj.gov.br/ctb/cap3.htm>>. Acesso em: 07 abr. 2003a.
- CÓDIGO de trânsito brasileiro: das infrações. Disponível em: <<http://www.der.rj.gov.br/ctb/cap15.htm>>. Acesso em: 07 abr. 2003b.
- CONSUMO: dicas e sugestões. Disponível em: <<http://www.postocargapesada.com.br/dicas/consumo.html>>. Acesso em: 06 abr. 2003.
- DAIMLERCHRYSLER. **Curva de desempenho do motor: motor Mercedes-Benz OM-457 LA**. [S.I.], 2001. 1p. (EAT3 - Dados Técnicos).
- DASKIN, M.S. Logistics: an overview of the state of the art and perspectives on future research, **Transportation Research (Part A)**, 1985, set-nov.
- DEWELT, R.L. Control: key to making strategy work, **Management Review**, 1977, m. p.18.
- DIAS, M.A.P. **Administração de Materiais: uma abordagem logística**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1990. 517p.
- ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL. Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/Carro.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2003.

EDUCAÇÃO. Disponível em:

<http://www.detran.ce.gov.br/educacao_direcaodefensiva.asp>. Acesso em: 07 abr. 2003.

GONÇALVES, K.R. **Treinamento condução econômica**. Disponível em: <<http://www.recursohumano.hpg.ig.com.br/conducaoeconomica.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2003.

GUIMARÃES, N.V. **Reduzindo o consumo**. Disponível em:

<<http://www.revistaocarreteiro.com.br/ano2000/Edicao316/frota.htm>>. Acesso em: 28 mar. 2003.

IDAQ. **Projeto economizar**. Disponível em:

<<http://www.cnt.org.br/idaq/economizar.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2003.

MACHADO, C.C.; LOPES, E.S.; BIRRO, M.H.B. **Elementos básicos do transporte florestal rodoviário**. Viçosa: UFV, 2000. 167p.

MAGEE, J.F. **Logística Industrial**: análise e administração dos sistemas de suprimento e distribuição. São Paulo: Pioneira, 1977. 351p.

MANAGEMENT CENTER DO BRASIL. **Modernas técnicas de planejamento e controle da produção**. São Paulo: EDEB, 1970. 237p.

MANUAL técnico : curso Metal Leve: motores de combustão interna. 10.ed. [São Paulo, SP: Metal Leve], 2000. 114p.

MB - controle total sobre sua frota! Porto Alegre: Aeroeletrônica, [199-]. (Folder).

MERCEDES-BENZ. Disponível em: <[http://www.mercedes-](http://www.mercedes-benz.com.br/veiculos_comerciais/caminhoes/extrapesados_ls2638.htm01/02/03)

[benz.com.br/veiculos_comerciais/caminhoes/extrapesados_ls2638.htm01/02/03](http://www.mercedes-benz.com.br/veiculos_comerciais/caminhoes/extrapesados_ls2638.htm01/02/03)>. Acesso em: 01 fev. 2003.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas**: ensaios & certificação. Piracicaba, SP: Shekinah, 1996. 722p.

MOTORES e geradores: princípios de funcionamento, instalação, operação e manutenção de grupos diesel geradores; parte I - Motores Diesel. Disponível em: <<http://www.joseclaudio.eng.br/diesellal.html>>. Acesso em: 30 mar. 2003.

MOURA, R.A. **Como a logística afeta os lucros**: artigos e casos - Logística. Disponível em: <<http://www.guiadelogistica.com.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2001a.

MOURA, R.A. **Logística ajuda as empresas a ganharem a vantagem competitiva**: artigos e casos - Logística. Disponível em: <<http://www.guiadelogistica.com.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2001b.

NERI, L. **Consumo de combustível**. Aracruz: Aracruz Celulose, 2003. (Informação verbal).

NOVAES, A.G. **Sistemas logístico**: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 372p.

O NOVO código de trânsito brasileiro: lista completa de infrações. Disponível em: <<http://www.taboaodaserra.sp.gov.br/infracoes.htm>>. Acesso em: 08 abr. 2003.

PARÂMETROS de emissão de gases de efeito estufa por veículos pesados no Brasil. **Economia & Energia**, n. 25, mar./abr. 2001. Disponível em: <<http://ecen.com/matriz/eee25/veiculps.htm>>. Acesso em: 03 abr. 2003.

PENIDO, F.P. **Os motores a combustão interna: para curso de máquinas térmicas, engenheiros, técnicos e mecânicos em geral que se interessam por motores**. Belo Horizonte: Lemi, 1983. 699p.

PETROBRÁS. **Dicas de economia**. Disponível em: <<http://www.br.com.br/portalbr/calandra.nsf/0/F7A25D1E895824F303256AD4005E6617>>. Acesso em: 30 mar. 2003.

RAGO, S.F.T. **Estruturar uma equipe de logística requer cuidados: artigos e casos - Logística**. Disponível em: <<http://www.guiadelogistica.com.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2001.

ROCHA, L.O.L. **Organização e métodos: uma abordagem prática**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 1995. 286p.

TAYLOR, C.F. **Análise dos motores de combustão interna**. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 558p.

THOMPSON, A. How to share control, **Management Today**, 1976, set. p.71.

UELZE, R. **Logística empresarial: uma introdução à administração dos transportes**. São Paulo: Pioneira, 1974. 292p.

VELLOSO, F.A.M.; LOPES, E.T.; ROLDI, L.M. TRITREM - Alternativa para o transporte de madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3, 1997, Vitória, ES. **Anais...** Viçosa, MG: SIF; UFV, 1997. p.157-175.

VELOCIDADE aumenta com novo código e consumo também: liberação dos 120 km/h em algumas rodovias pode significar até 28% mais gasto de combustível. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://www.estado.estadao.com.br/jornal/suplem/auto/98/11/29/auto004.html>>. Acesso em: 30 mar. 2003.

VERLANGIERI, M.V. **Dicionário Log**. Disponível em: <<http://www.guiadelogistica.com.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2001a.

VERLANGIERI, M.V. **Just-in-Time, Milk Run e....**: artigos e casos - Logística. Disponível em: <<http://www.guiadelogistica.com.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2001b.

VOLVO. **O meio ambiente e a Volvo**. Disponível em: <www.volvo.com/group/quality_safety_environment/miljport.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2003.

ANEXOS

ANEXO A

**EXEMPLO DE EMPRESAS QUE ADOTARAM O SISTEMA DE
GERENCIAMENTO DE FROTA – MICROCOMPUTADOR DE BORDO**

Transportadora I

Após a implantação do sistema MB em mais de 80 % de sua frota de 149 veículos, a empresa verificou a economia que este sistema de gerenciamento de frota, dentro do seu papel de ferramenta gerencial, possibilita:

<i>Investimento inicial ocasionado com a compra do sistema</i>	R\$ 100.000,00
<i>Payback sobre este investimento</i>	Aproximadamente 9 meses.
<i>Redução nos gastos com combustível</i>	R\$ 95.849,00
<i>Redução nos gastos com veículos acidentados</i>	R\$ 26.645,00
<i>Redução da gravidade dos acidentes</i>	A gravidade dos acidentes com seus funcionários também sofreu acentuada queda, sendo registrado cerca de 30% com redução na gravidade dos acidentes.

Tabela Ilustrativa de Valores.

A REDE-Celtins lançou mão de vários programas para incentivar e conscientizar seus motoristas, premiando os melhores condutores, que apresentarem rendimento avaliado pelo próprio MB, nos seguintes itens: economia de combustível, infrações de trânsito, freada brusca, excesso de rotação do motor, multa de trânsito, acidente e número de advertências.



Transportadora II

No primeiro mês de utilização do Sistema MB, com o conhecimento do condutor e o sinal sonoro ligado, já foi possível medir a redução de consumo de combustível. O relatório a seguir, fornecido pela própria empresa, mostra isso:

CARRO - SAVEIRO		PLACA - IDU -0720	
MÊS	KM	CONSUMO	MÉDIA
jan/97	4519	450,3	10,03
fev/97	6802	626,6	10,85
mar/97	5673	530,6	10,69
abr/97	6904	626,26	11,02
mai/97	5353	493,32	10,85
jun/97	6880	612,01	11,24
jul/97	6492	554,63	11,7
ago/97	1493	135,99	10,97
TOTAL	44116	4029,73	10,91875
* 09/97	7447	537,69	13,84

**equipado com computador de bordo*



A média de consumo de combustível já era considerada aceitável pela empresa, em torno de 10 km/l. Note que, no mês em que o veículo rodou com o computador de bordo auxiliando o motorista, a média subiu para 13.84 km/l, 30% de economia em combustível.

Observe ainda que no mês de março este veículo consumiu 530,6 litros de combustível e rodou 5.673 km, enquanto no mês de setembro, com o computador de bordo, consumiu 537,6 litros e rodou 7.447 km, ou seja, rodou 1.774 km a mais com praticamente a mesma quantidade de litros, ocasionando mais de 30% de quilometragem que anteriormente.

Para se determinar a economia gerada em consumo de pneus, lonas de freio e peças de desgaste natural, é necessário maior dispêndio de tempo, em razão do aumento da amostra e do prazo para o estudo.

Transportadora III



Cavalinho Transportes

Resumo de Desempenho de Motorista

Motorista: Padrão			Nota Geral: 9,42
Veículo: 1579	Rota: 0		Carreta: 0

Data de Início:	18/10/97	Operação do Motor:	
Data de Fim:	29/11/97		
Dias Totais:	43		
Dias Operação:	43		
Km Totais:	21858,8		
Km / Dia:	508,3		
Vel. média (km/h):	67,0		
Motor Ligado:	343:49:00	Movimento:	326:26:00 = 94,9 %

Infracoes				
Tipo	Quantidade	Tempo Total	Máximo	%/Tempo Total
Velocidade:		00:00:00	Km/h	
RPM:	1	00:00:01	2012 RPM	0,0
Banguela:		00:00:00	Km/h	
Freadas:		-----	m/s2	-----

Veja que em 43 dias em operação e mais de 326 horas em movimento, este motorista praticamente não cometeu infrações e seu tempo de condução em faixa verde foi excelente. As empresas que possuem frotas de veículos conseguem, portanto, ótimos resultados em "minimização de custos operacionais", como atesta o responsável pela frota da transportadora:

"Com a implantação deste equipamento nós conseguimos reeducar a forma de dirigir dos motoristas, fazendo com que eles dirijam o máximo de tempo possível em faixa verde, economizando combustível e prolongando a vida útil do motor. Com isto, estamos economizando em média 10% de combustível".

DIRCEU ROBERTO DAL'LACUA

Transportadora IV



SAFRA COM. E TRANSPORTES LTDA.

Resumo de Desempenho de Motorista

Motorista: Padrão		Nota Geral: 9,30									
Veículo: 8403		Carreta: 0									
		Rota: 0									
Data de Início:	12/12/97	Operação do Motor:									
Data de Fim:	22/12/97	<table border="1"> <tr> <td>Outros</td> <td>0,0%</td> </tr> <tr> <td>Exc RPM</td> <td>4,4%</td> </tr> <tr> <td>Lenta</td> <td>0,0%</td> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td>92,8%</td> </tr> </table>		Outros	0,0%	Exc RPM	4,4%	Lenta	0,0%	Verde	92,8%
Outros	0,0%										
Exc RPM	4,4%										
Lenta	0,0%										
Verde	92,8%										
Dias Totais:	11										
Dias Operação:	11										
Km Totais:	6538,2										
Km / Dia:	594,4										
Vel. média (km/h):	62,7	Motor Ligado: 107:49:00 Movimento: 104:13:00 = 96,7 %									
Infracções											
Tipo	Quantidade	Tempo Total	Máximo	%/Tempo Total							
Velocidade:		00:00:00	Km/h								
RPM:	3	00:00:03	2068 RPM	0,0							
Banguela:		00:00:00	Km/h								
Freadas:		-----	m/s2	-----							

Outro bom exemplo é a Transportadora Safra, que também já utiliza este sistema há mais de um ano e o implantou em toda a frota. Segundo o responsável pela frota da Transportadora Safra, Sr. Jailson da Silva Rosa:

- "Após a instalação do MB, diminuimos nosso consumo de combustível em torno de 10%.

- Melhorou o desempenho na operação geral do veículo, pois o motorista é obrigado a operar o veículo dentro das condições normais, sem alterar rota nem horário de percurso.

- Maior aproveitamento da vida útil dos pneus (15%), como também em relação às lonas de freio, onde o consumo chega a cair em 25%. Diminuimos também a perda de pneus por estouro ou deslocamento, que antes era de 8 a 10 por mês; hoje praticamente não ocorre mais.

Utilizamos uma linha de longo percurso, e em 97 nosso índice de acidentes de trânsito caiu 95%. Informamos ainda que a vida útil dos agregados do trem de força (motor, caixa e diferencial) aumentou consideravelmente, pois este aparelho possibilita que se controle a operação do veículo dentro das especificações do fabricante".

Transportadora V



TRANSPORTES SIMON LTDA

Resumo de Desempenho de Motorista

Motorista: Padrão	Nota Geral: 8,6
Veículo: 7681	Rota: 0
	Carreta: 0

Data de Início:	17/08/98	<p style="text-align: center;">Operação do Motor:</p> <table border="1"> <tr> <td>Outros</td> <td>10,3%</td> </tr> <tr> <td>Exc RPM</td> <td>4,4%</td> </tr> <tr> <td>Lenta</td> <td>0,0%</td> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td>85,4%</td> </tr> </table>	Outros	10,3%	Exc RPM	4,4%	Lenta	0,0%	Verde	85,4%
Outros	10,3%									
Exc RPM	4,4%									
Lenta	0,0%									
Verde	85,4%									
Data de Fim:	24/08/98									
Dias Totais:	8									
Dias Operação:	7									
Km Totais:	1162,4									
Km / Dia:	166,1									
Vel. média (km/h)	55,0									

Motor Ligado:	22:35:00	Movimento:	21:07:00	=	93,5 %
---------------	----------	------------	----------	---	--------

Infracões				
Tipo	Quantidade	Tempo Total	Máximo	%/Tempo Total
Velocidade:		00:00:00	Km/h	
RPM:		00:00:00	RPM	0,0
Banguela:		00:00:00	Km/h	
Freadas:		—	m/s ²	—

"Depois que o MB foi implantado em nossos caminhões, os fatos que nos chamaram mais atenção foram: a diminuição no consumo de combustível, em torno de 12%, além da melhora no desempenho da operação geral do veículo, pois o motorista é obrigado a operá-lo dentro da faixa verde e em condições normais, com maior aproveitamento da vida útil dos pneus, em torno de 15%, e das lonas de freio, em torno de 20%, acentuando-se ainda as melhores condições de segurança com que o veículo trafega, com velocidade limitada pelo MB".

JOÃO CARLOS SIMON (DIRETOR)

Transportadora VI



TRANSPORTES GABARDO LTDA.

Resumo de Desempenho de Motorista

Motorista: Moacir Alves da Silva	Nota Geral: 9,6
Veículo: 5 Rota: 0	Carreta: 0

Data de Início: 10/08/98	Operação do Motor:	
Data de Fim: 17/08/98		
Dias Totais: 8		
Dias Operação: 8		
Km Totais: 2126.1		
Km / Dia: 265.8		
Vel. média (km/h): 70.2		

Motor Ligado: 30:57:00	Movimento: 30:18:00	= 97,9 %
------------------------	---------------------	----------

Infrações				
Tipo	Quantidade	Tempo Total	Máximo	%/Tempo Total
Velocidade:	9	00:00:32	89 Km/h	0.0
RPM:	31	00:00:36	1923 RPM	0.0
Banguela:		00:00:00	Km/h	
Freadas:		-----	m/s2	-----

"Já possuímos os computadores de bordo da AEROELETRÔNICA em praticamente toda nossa frota; são mais de 60 caminhões equipados com este Sistema de Controle de Frotas, sendo total o controle que possuímos hoje sobre nossos veículos. Quem não é bom motorista ou não cuida do caminhão não consegue tirar uma nota boa no computador. Utilizamos esta nota para premiar os melhores condutores, valorizando assim estes profissionais qualificados que conseguem tirar notas altíssimas, como este relatório acima; desta forma, chegam a dobrar seus salários. Para a empresa isto é excelente, pois nosso índice de acidentes é o mais baixo em nosso segmento, e, além disso, estamos economizando em média 9% de diesel".

Transportadora VII



Conforme Sr. Daniel Fernando Oliveira, depois que a companhia adotou este sistema o consumo de combustível diminuiu de 5 a 10%: "O desempenho dos motoristas melhorou consideravelmente; notamos mudança até mesmo no lubrificante, sendo hoje a troca feita sem que precise repor o nível, o que não ocorria anteriormente, pois agora os motoristas dirigem o máximo possível em faixa verde. Também não se tomava conhecimento das freadas bruscas, não era possível medir nem verificar a causa. O MB auxiliou em uma análise de um acidente, provando que no momento em que ocorreu nosso veículo estava parado; assim possibilitou ganho de causa para companhia".

ANEXO B

CARTILHA SOBRE CONDUÇÃO ECONÔMICA

COMO CONDUZIR O SEU VEÍCULO DE FORMA ECONÔMICA

1 - Faça a manutenção de operação ou inspeção todos os dias.

2 - Planeje a viagem, antes de sair com o veículo. Evite as rotas mais congestionadas, mesmo que isso aumente o trajeto em alguns quilômetros.

3 - Quando o veículo atingir a velocidade ideal, nas estradas, diminua aos poucos a pressão do pé sobre o acelerador para economizar o combustível.

4 - Jamais "estique" as marchas em excesso, porque, além de gastar mais combustível, isso acaba entortando as válvulas e pode quebrar as bielas e até o bloco do motor.

5 - Acostume-se a dirigir com os vidros fechados. Isso diminui a resistência do ar e há economia de combustível.

6 - Troque o óleo lubrificante na quilometragem indicada pelo fabricante. A sua cor escura e espuma nem sempre indicam a necessidade de sua substituição; portanto, é necessário manter o controle para evitar dúvidas.

7 - Nunca misture óleo sintético com o natural. Sua mistura faz com os óleos percam a viscosidade e não lubrifiquem o motor, influenciando indiretamente o consumo de combustível.

8 - Acelere o seu veículo de forma equilibrada e gradativa, pois com isso reduz-se o consumo de combustível, a poluição e o desgaste do motor. Não acelere entre as passagens de marchas, enquanto estiver acionando a embreagem.

9 - Mude de marcha no tempo certo, conforme sua necessidade. Se precisar mais força, reduza para uma marcha menor. O uso adequado das marchas reduz o consumo.

10 - Antecipe as paradas em sinais fechado ou congestionamento, retirando o pé do acelerador; assim o motor reduz a velocidade dos veículos, economizando combustível, freios e pneus.

11 - Não permaneça com o motor ligado por mais de dois minutos. O consumo de combustível é maior do que desligá-lo e ligá-lo novamente.

12 - Evite que o motor do seu caminhão fique funcionando em marcha lenta por longos períodos, por exemplo: ao abastecer ou fazer lanches, desligue sempre o motor. Agindo assim, você economiza diesel e reduz o desgaste do motor.

13 - Não dê arrancadas e freadas bruscas, pois aumentam o consumo de combustível, há desgaste dos pneus, freios e embreagem, podendo também causar acidentes.

14 - Não dirija com velocidade excessiva. Testes realizados com diversos veículos mostram que o consumo a 100 km/h chega a ser até 20% maior do que a 80 km/h. Sendo assim, dirija com velocidade moderada, o que é mais seguro e econômico.

15 - Não acelere o motor antes de desligá-lo. Além de desperdiçar e queimar combustível desnecessariamente, isso dilui o óleo lubrificante do motor com a parcela de combustível não queimada, aumentando dessa forma o desgaste do mesmo.

16 - Mantenha o motor do veículo sempre regulado. Neste caso, a emissão de poluentes e o consumo de combustível serão menores. Carburador desregulado, filtros de ar sujos e velas gastas também provocam desperdício. Testes realizados com vários veículos mostraram que as emissões de poluentes com o motor desregulado podem aumentar em até 60%.

17 - Mantenha os pneus calibrados, a direção alinhada e as rodas balanceadas. O ideal é verificar a calibragem toda vez que for abastecer o veículo.

18 - Verifique periodicamente os cabos e velas e os demais componentes do sistema de ignição, mantendo-os ajustados e em boas condições. Uma boa ignição melhora o desempenho do veículo e ajuda a poupar combustível.

19 - Ao abastecer o reservatório de combustível, evite o seu enchimento excessivo após o desligamento da pistola da bomba. Isto pode provocar transbordamentos com o veículo em movimento, desperdiçando combustível e poluindo o meio ambiente.

20 - Procure estacionar o veículo em lugares protegidos do sol, evitando perdas de combustível por evaporação.

21 - Num declive, desça sempre com a marcha engrenada, usando a marcha que seria escolhida para vencer a mesma inclinação na subida. É mais econômico e seguro utilizar o freio motor, porque, quando acionado, impede a passagem de combustível, consumindo menos diesel do que em marcha lenta.

22 - Solte a embreagem com suavidade e não dirija com o pé sobre o pedal. O mau uso faz a embreagem trepidar e patinar, prejudicando o desempenho do motor e o consumo de combustível.

23 - Mantenha a rotação do motor na faixa verde do conta-giros e troque de marcha sempre que houver necessidade. Quando o motor opera na faixa vermelha, o consumo aumenta muito e seu desgaste é maior.

24 - Não viole o lacre da bomba injetora nem altere a sua regulagem. Ela já vem regulada de fábrica para um melhor desempenho do veículo. A potência adicional obtida com a alteração da regulagem da bomba eleva o consumo de combustível e aumenta a emissão de fumaça.

25 - Nunca retire a válvula termostática do sistema de arrefecimento. Sua função é controlar a temperatura de funcionamento do motor. Quando a válvula é retirada, a água circula livremente, fazendo com que o motor, em algumas situações, trabalhe muito frio, o que aumenta o consumo de combustível e danifica as peças.

Artigo retirado da revista Transporte Moderno, BIOCHINI, H.D. Mais eficiência no uso de combustível, São Paulo, n.399, p. 51-52, 2002.

Organizado por Glauco Lima da Silveira, Engenheiro Florestal