

Universidade Federal do Rio de Janeiro

**SISTEMA ESPECIALISTA PARA MONITORAMENTO DA
OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE FISCALIZAÇÃO
ELETRÔNICA DE VELOCIDADE**

Izamari Cristina Machado Pacheco

2011

SISTEMA ESPECIALISTA PARA MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO DOS
EQUIPAMENTOS DE FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA DE VELOCIDADE

Izamari Cristina Machado Pacheco

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-graduação em
Engenharia de Transportes, COPPE,
da Universidade Federal do Rio de
Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de
Mestre em Engenharia de
Transportes.

Orientador: Walter Porto Junior

Rio de Janeiro
Maio de 2011

SISTEMA ESPECIALISTA PARA MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO DOS
EQUIPAMENTOS DE FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA DE VELOCIDADE

Izamari Cristina Machado Pacheco

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE)
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:

Prof. Walter Porto Junior, Dr.Ing.

Prof. Licinio da Silva Portugal, D.Sc.

Prof. Rodrigo Luis de Souza da Silva, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
MAIO DE 2011

Pacheco, Izamari Cristina Machado

Sistema Especialista para Monitoramento da Operação dos Equipamentos de Fiscalização Eletrônica de Velocidade / Izamari Cristina Machado Pacheco. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

XIII, 155 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Walter Porto Junior

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2011.

Referências Bibliográficas: p. 98-101.

1. Controle de Tráfego. 2. Fiscalização eletrônica. 3. Controle de Velocidade. 4. Sistema Especialista. I. Pacheco, Izamari Cristina Machado. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

Dedicatória

Dedico esta dissertação a todos os professores que passaram pela minha vida e especialmente à Prof.^a Maria Isabel, minha querida mãe e minha alfabetizadora, e ao Prof. Henrique José de Souza, meu querido mestre em Teosofia.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e professor Walter pelo seu apoio e extrema confiança para a conclusão deste trabalho.

Ao Professor Licínio, pelo seu profundo conhecimento na área de transportes e pela participação na banca examinadora.

Ao Professor Rodrigo Luis pelo seu apoio desde os tempos da minha graduação em Análise de Sistemas e pela participação na banca examinadora.

Aos amigos e professores que tive contato no PET e que também tiveram participação especial neste trabalho.

Aos funcionários do PET que me ajudaram com amizade e paciência durante a conclusão dos créditos e defesa da dissertação.

Aos meus amigos Marcia, Leandro e Valmir que com paciência e companheirismo me ajudaram durante os três anos de estudos e pesquisas.

Aos meus ex-superiores Eduardo e Gilmar que incentivaram a minha inscrição neste curso de mestrado.

À minha família e meus amigos, que sempre compreenderam as minhas faltas às reuniões, festas e encontros em função dos meus estudos.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.).

SISTEMA ESPECIALISTA PARA MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA DE VELOCIDADE

Izamari Cristina Machado Pacheco

Maio/2011

Orientador: Walter Porto Junior

Programa: Engenharia de Transportes

Esta dissertação tem por objetivo apresentar um mapeamento da utilização de sistemas de controle de tráfego no Brasil, focando nos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade de veículos (FEV). Adicionalmente, será apresentada a modelagem de um sistema especialista desenvolvido para o monitoramento da operação destes equipamentos. O sistema especialista proposto também determinará índices de eficiência dos mesmos de forma que dois objetivos sejam cumpridos no gerenciamento do tráfego: garantir uma maior segurança no trânsito e auxiliar os órgãos gestores e municípios brasileiros a tornar mais transparentes e justas as formas de remuneração que são empregadas atualmente pelas empresas prestadoras deste tipo de serviço.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

EXPERT SYSTEM FOR MONITORING OPERATION OF ELECTRONIC
SURVEILLANCE EQUIPMENT SPEED

Izamari Cristina Machado Pacheco

May/2011

Advisor: Walter Porto Junior

Department: Transports Engineering

This dissertation aims to present a mapping of the use of traffic surveillance systems in Brazil, focusing on equipment to electronic surveillance speed vehicles (ESS). Additionally, it will present a modeling expert system developed for monitoring the operation of such equipment. The proposed expert system will also determine the efficiency indices so that two objectives are met in the traffic management: ensure greater road safety and assist management agencies and municipalities to become more transparent and fair forms of remuneration that are employed companies currently providing such service.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	5
1.2 Objetivos da dissertação.....	7
1.3 Estrutura da dissertação	8
2. SISTEMAS DE CONTROLE DE TRÁFEGO.....	10
2.1 Conceitos básicos.....	10
2.2 Catalogação dos equipamentos de detecção de veículos.....	13
2.2.1 Laços Indutivos	15
2.2.2 Magnéticos	17
2.2.3 Piezoelétricos.....	18
2.2.4 Tubos pneumáticos.....	19
2.2.5 Processadores de imagem de vídeo.....	19
2.2.6 Radar Microondas.....	21
2.2.7 Infravermelhos	22
2.2.8 Ultrassônicos.....	24
2.2.9 Acústicos.....	25
2.3 Comparação entre as tecnologias de detectores veiculares	26
2.4 Resumo.....	28
3. UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA DE VELOCIDADE NO BRASIL	29
3.1 Introdução	29
3.2 Controle de velocidade	31
3.3 Equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade.....	34
3.4 Catalogação dos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade utilizados no Brasil	36
3.4.1 Pesquisa junto aos órgãos gestores do tráfego	39
3.4.2 Entrevista junto às empresas prestadoras de serviços de fiscalização eletrônica de infrações	41
3.5 Testes de confiabilidade e consistência dos dados de tráfego coletados pelos equipamentos de FEV – Estudo de caso – Cidade de Petrópolis - RJ.....	43
3.5.1 Testes de não detecção e de contagem duplicada.....	45
3.5.2 Testes de classificação errônea e não classificação	48
3.5.3 Testes de medição de velocidade errônea.	50
3.5.4 Testes de não medição de velocidade.....	55
3.6 Resumo.....	56

4. MODELAGEM DO SISTEMA ESPECIALISTA PARA MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE FEV	58
4.1 Introdução	58
4.2 Demanda	59
4.3 Requisitos do sistema.....	60
4.3.1 Análise e validação do requisito 1 – Identificação de falhas em relação à medição de velocidade.....	63
4.3.2 Análise e validação do requisito 2 – Identificação de falhas em relação ao não registro da velocidade dos veículos	70
4.3.3 Análise e validação do requisito 3 – Determinação do índice de eficiência dos equipamentos de FEV	71
4.3.4 Análise e validação do requisito 4 - Manutenção de um histórico de todos os dados e informações levantadas.....	73
4.4 Modelagem Lógica.....	73
4.4.1 Orientação a objetos e linguagem de modelagem.....	73
4.4.2 Fluxogramas do sistema	74
4.4.3 Diagrama de classes.....	76
4.4.4 Dicionário de dados	77
4.4.5 Diagramas de seqüência	81
4.4.6 Arquivos Auxiliares.....	81
4.5 Resumo.....	83
5. CONSTRUÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO “SEMOR” - SISTEMA ESPECIALISTA PARA MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO DE RADARES	84
5.1 Construção do sistema	84
5.2 Telas do sistema.....	85
5.3 Arquivos auxiliares.....	89
5.4 Testes e implantação do sistema	90
5.5 Resumo.....	92
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	94
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
APÊNDICE I – Relação dos fabricantes de equipamentos de FEV no Brasil.....	102
APÊNDICE II – Questionário de pesquisa aplicada junto aos órgãos gestores..	106
APÊNDICE III – Estatísticas mensais dos equipamentos de FEV analisados	111
APÊNDICE IV – Exemplo de relatório emitido pelo SEMOR.....	128
ANEXO A – Resolução Contran nº 141/02	136
ANEXO B – Resolução Contran nº 146/03.....	145
ANEXO C – Cópia de autuação emitida erroneamente durante falha	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Evolução da frota de veículos registrados no Brasil	1
Figura 1.2 - Crescimento da frota de veículos registrados no Brasil e nos EUA.....	2
Figura 1.3 - Composição da frota de veículos no Brasil por tipo de transporte.....	2
Figura 1.4 - Composição da frota de transporte individual – Motos x Automóveis.....	3
Figura 1.5 - Evolução da infraestrutura viária no Brasil.....	4
Figura 2.1 - Evolução dos sistemas de controle de tráfego.....	11
Figura 2.2 - Componentes de um sistema de controle de tráfego.....	12
Figura 2.3 - Instalação de laço indutivo	15
Figura 2.4 - Perfil magnético característico de diferentes veículos	16
Figura 2.5 - Magnetômetro para instalação no pavimento e sensor sem-fio.....	17
Figura 2.6 - Detector Piezoelétrico vibra-coaxial montado em um canal de alumínio ..	18
Figura 2.7 - Alternativas de instalação de detectores pneumáticos conforme a configuração da via.....	19
Figura 2.8 - Fluxograma de funcionamento de um sistema de processamento de imagem	20
Figura 2.9 - Exemplos de montagem de câmeras de vídeo	21
Figura 2.10 - Radar Microonda montado em pórtico	21
Figura 2.11 - Radar Microondas montado em poste lateral para monitoramento de múltiplas faixas	22
Figura 2.12 - Exemplo de montagem de sensor infravermelho ativo para medição de velocidade.....	23
Figura 2.13 - Exemplo de montagem de sensor infravermelho passivo.....	23
Figura 2.14 - Exemplo de montagem de sensor infravermelho passivo para medição de velocidade.....	24
Figura 2.15 - Exemplos de funcionamento e montagem de sensores ultrassônicos ...	24
Figura 2.16 - Exemplo de sensor acústico montado na lateral da via	25
Figura 3.1 - Fluxograma de funcionamento do sistema de autuações de excesso de velocidade por equipamentos eletrônicos instalados nas vias.	35
Figura 3.2 - Tipos de detectores utilizados nos equipamentos de fiscalização eletrônica de infrações instalados no Brasil	37
Figura 3.3 - Modelos de equipamentos de FEV utilizados no Brasil	38
Figura 3.4 - Detecção de veículos por laços indutivos	45
Figura 3.5 - Locais onde foram efetuados os testes de não detecção	46
Figura 3.6 - Máquina 21 - Medições de velocidade no ano de 2009.....	51
Figura 3.7 - Máquina 22 - Medições de velocidade no ano de 2009.....	51
Figura 3.8 - Máquina 23 - Medições de velocidade no ano de 2009.....	51

Figura 3.9 - Máquina 24 - Medições de velocidade no ano de 2009	52
Figura 3.10 - Máquina 22 - Comparação das medições de velocidade nos anos de 2008, 2009 e 2010	53
Figura 3.11 - Localização da Máquina 22 - Avenida Barão do Rio Branco	54
Figura 3.12 - Percentuais de veículos sem medição de velocidade (SIV)	55
Figura 4.1 - Fases de desenvolvimento de projeto no modelo <i>Bottom-Up</i>	58
Figura 4.2 - Porcentagens de veículos multados x contagem volumétrica nos 36 pontos de fiscalização eletrônica de velocidade em Petrópolis.....	62
Figura 4.3 - Exemplo de relatório <i>on-line</i> sobre velocidade dos veículos gerado pelo sistema proprietário da empresa Engebrás	64
Figura 4.4 - Fluxograma geral do sistema	74
Figura 4.5 - Fluxograma da função verificação de ocorrência de falhas nas medições de velocidade dos veículos.....	75
Figura 4.6 - Fluxograma da função verificar ocorrência de falhas nos registro das velocidades dos veículos	76
Figura 4.7 - Diagrama de Classes do Sistema Especialista.....	77
Figura 4.8 - Diagrama de Sequência – Monitorar Equipamentos.....	81
Figura 4.9 - Exemplo de formato de arquivo de entrada	82
Figura 5.1 - Tela inicial do sistema especialista, sem nenhum tipo de monitoramento realizado	85
Figura 5.2 - Tela de alteração dos parâmetros do sistema	85
Figura 5.3 - Tela de cadastro de equipamentos	86
Figura 5.4 - Tela de importação de dados para a alimentação do sistema especialista	86
Figura 5.5 - Tela com o resultado de monitoramento de um equipamento	87
Figura 5.6 - Tela de configuração de impressão para relatório de equipamentos	87
Figura 5.7 - Tela de configuração de impressão de gráficos dos índices de eficiência	88
Figura 5.8 - Tela de configuração de impressão para relatório de operação	88
Figura 5.9 - Tela de configuração de impressão para relatório de falhas	89
Figura 5.10 - Estrutura de pastas e arquivos do sistema especialista	90
Figura 5.11 - Tela do aplicativo de instalação do sistema especialista	92

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Tipos de dados coletados pelos detectores veiculares	14
Tabela 2.2 - Exemplos de geometrias para a construção de laços indutivos.....	17
Tabela 2.3 - Vantagens e desvantagens de cada tecnologia de detector	26
Tabela 3.1 - Atividades relativas aos diferentes níveis de planejamento	30
Tabela 3.2 - Velocidade máxima determinada pelo C.T.B. por tipo de via onde não houver sinalização regulamentar	30
Tabela 3.3 - Comparação de contagens volumétricas manuais e pelos equipamentos de FEV.....	47
Tabela 3.4 - Comparação das classificações de veículos entre os métodos manuais e automático pelos equipamentos de FEV.	49
Tabela 4.1 - Especificação da etapa de demanda do projeto	59
Tabela 4.2 - Requisitos do Sistema.....	62
Tabela 4.3 - Equipamentos de FEV escolhidos para análise estatística dos dados e validação dos requisitos do sistema	63
Tabela 4.4 - Divisão de faixas de velocidade a serem utilizadas na análise de dados	65
Tabela 4.5 - Valores estatísticos máximos dos equipamentos de FEV em 2008.....	66
Tabela 4.6 - Valores estatísticos máximos dos equipamentos de FEV em 2009.....	67
Tabela 4.7 - Valores estatísticos máximos dos equipamentos de FEV em 2010.....	67
Tabela 4.8 - Aplicação da função de identificação de erro para a Máquina 22 no mês de dezembro de 2009.....	69
Tabela 4.9 - Categorização das falhas de medição de velocidade	70
Tabela 4.10 - Categorização das falhas de registro de velocidade.....	71
Tabela 4.11 - Atribuição de valores ao Índice de Eficiência nas Medições (IEM)	71
Tabela 4.12 - Atribuição de valores ao Índice de Eficiência nos Registros (IER).....	72
Tabela 4.13 - Atribuição de nível da falha a partir do IEO.....	72
Tabela 4.14 - Dicionário de Dados – Classe FaixasVelocidade	78
Tabela 4.15 - Dicionário de Dados – Classe Equipamento	78
Tabela 4.16 - Dicionário de Dados – Classe DadosMensais	78
Tabela 4.17 - Dicionário de Dados – Classe HistóricoOperação	79
Tabela 4.18 - Dicionário de Dados – Classe ÍndicesEficiência	79
Tabela 4.19 - Dicionário de Dados – Classe DadosVelocidade	80
Tabela 4.20 - Dicionário de Dados – Classe HistóricoFalhas	80
Tabela 4.21 - Formato do arquivo de entrada dos dados.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTP: Associação Nacional de Transportes Públicos

CONTRAN: Conselho Nacional de Trânsito

CPTRANS: Companhia Petropolitana de Trânsito e Transportes

CTB: Código de Trânsito Brasileiro

DENATRAN: Departamento Nacional de Trânsito

DETRAN: Departamentos de Trânsito dos Estados e do Distrito Federal

DVM: Detectores de veículos motorizados

EUA: Estados Unidos da América.

FHWA: *Federal Highway Administration* – Administração Federal de Rodovias

GPS: *Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

ITS: *Intelligent Transportation Systems* – Sistemas Inteligentes de Transportes

MSDNAA: Microsoft Systems Development Network Academic Alliance – Convênio acadêmico para rede de desenvolvimento de sistemas Microsoft.

OOP: *Object Oriented Programation* – programação orientada a objetos

SGBD: Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

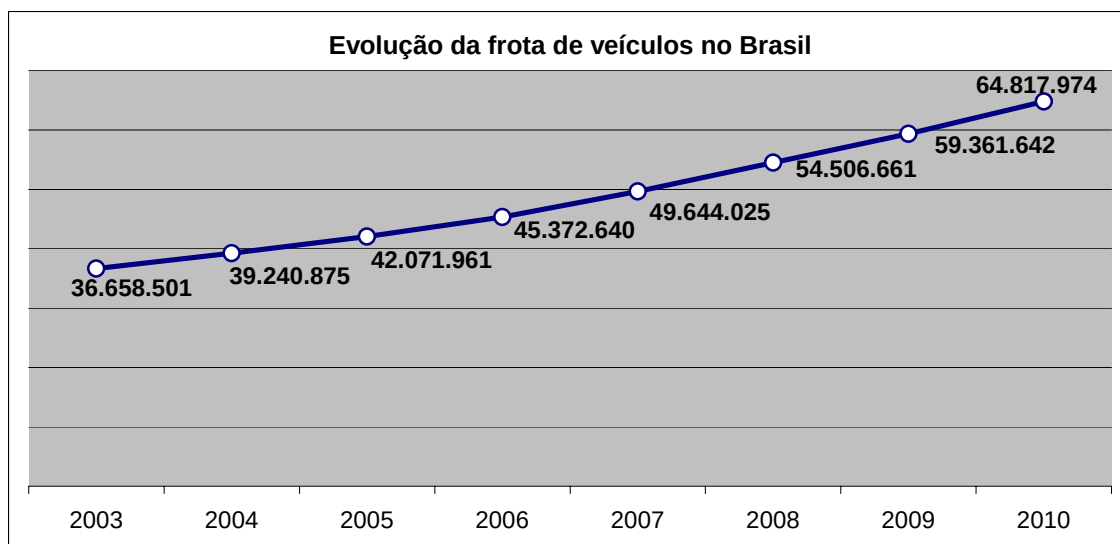
SO: Sistema Operacional

UML: *Unified Modelling Language* - Linguagem de Modelagem Unificada

URBS: Urbanização de Curitiba S.A.

1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento da frota de veículos que trafegam pelos centros urbanos brasileiros tem trazido dificuldades para os órgãos gestores do trânsito em adequar o sistema viário para absorver essa demanda sem acarretar prejuízos ao nível de serviço do tráfego. As atuais políticas públicas brasileiras de incentivo à fabricação e venda de automóveis, em particular os automóveis de pequeno porte, e a falta de investimentos em infra-estrutura e em veículos de transportes de grande capacidade, têm apresentado uma influência direta no aumento da frota circulante. Segundo os dados fornecidos pelo DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito), a frota de veículos registrados no Brasil aumentou 76,82% em sete anos (de 2003 a 2010), tendo uma taxa de crescimento média de 10,98% ao ano, conforme está mostrado na Figura 1.1.

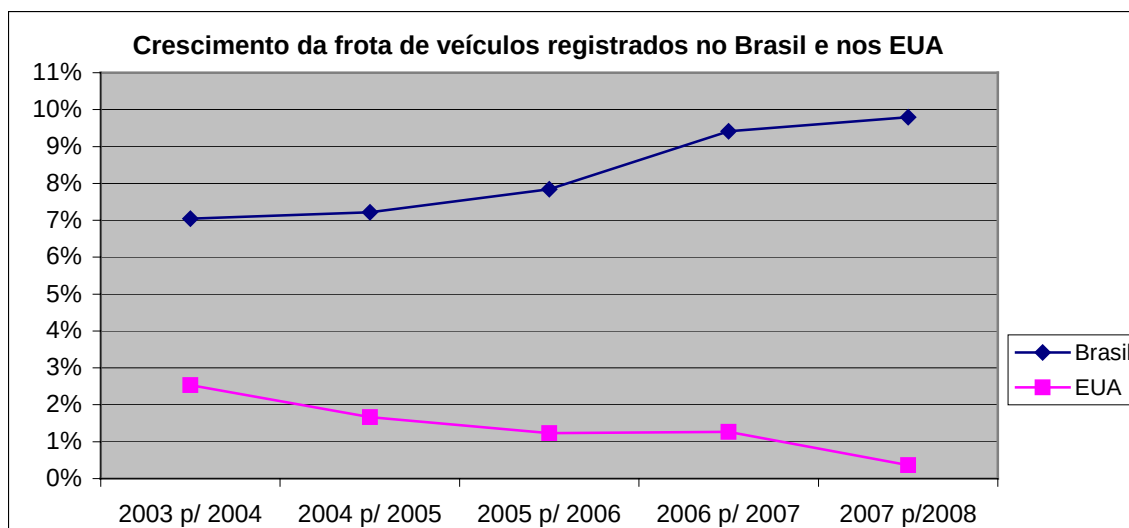


Fonte: DENATRAN

Figura 1.1 - Evolução da frota de veículos registrados no Brasil

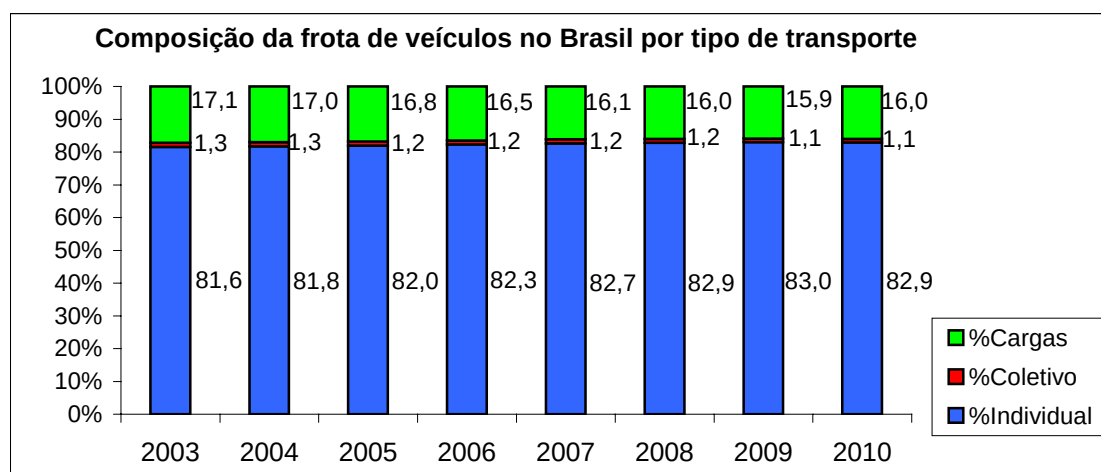
A título de comparação, a frota de veículos registrados dos Estados Unidos da América conforme divulgado pelo FHWA (*Federal Highway Administration*) cresceu de 2003 a 2008 apenas 7,25%, passando de 231 milhões para 248 milhões de veículos. No Brasil no mesmo período de cinco anos o crescimento foi de 48,69%. O gráfico da Figura 1.2 mostra essa evolução comparada nos dois países.

Outro dado estatístico relevante é a divisão da frota por tipo de transportes: individual, coletivo e de cargas, sendo que a maior parte da frota brasileira é composta por veículos de transporte individual, como pode ser visto na Figura 1.3.



Fonte: DENATRAN e FHWA

Figura 1.2 - Crescimento da frota de veículos registrados no Brasil e nos EUA



Fonte: DENATRAN

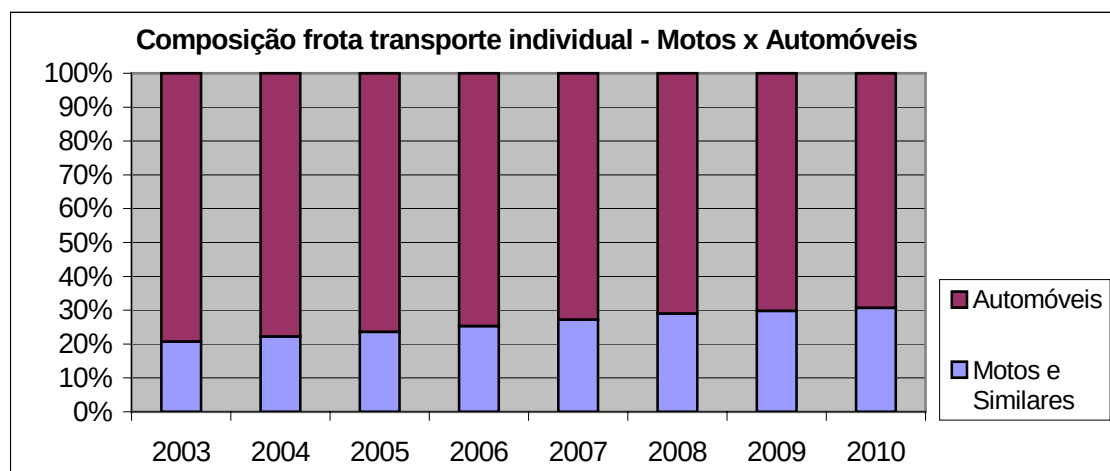
Figura 1.3 - Composição da frota de veículos no Brasil por tipo de transporte

Os dados são apresentados pelo DENATRAN categorizados por tipos de veículo e foram agrupados para a estatística de composição da frota por tipo de transporte da seguinte forma:

- Transporte Individual: Automóvel, Ciclomotor, Motocicleta, Motoneta, Triciclo, Quadriciclo e Side-Car;
- Transporte Coletivo: Bonde, Microônibus e Ônibus;
- Transporte de Cargas: Caminhão, Caminhão-Trator, Caminhonete, Camioneta, Reboque, Semi-Reboque e Utilitário;
- Outros: Trator Esteira, Trator Rodas e outros.

Como pode ser observado no gráfico da Figura 1.3, a proporção de veículos de transporte individual em relação aos outros tipos vem aumentando gradativamente ao longo dos últimos anos. Em contrapartida, a proporção de veículos de transporte coletivo vem diminuindo, o que demonstra a falta de políticas públicas de incentivo aos investimentos para ampliação e melhoria do nível de serviço deste tipo de transporte. Assim, a qualidade dos serviços prestados na área de transporte coletivo vem decaindo, o que estimula ainda mais a utilização dos transportes individuais, em especial automóveis e motocicletas.

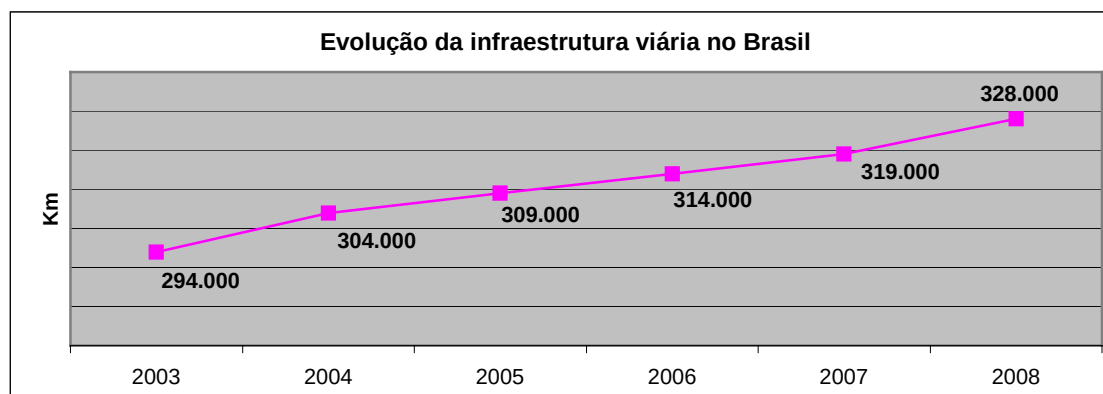
Com relação ao transporte individual, a utilização de motocicletas vem aumentando exponencialmente ao longo dos sete últimos anos, como pode ser verificado na Figura 1.4., passando de 6,2 milhões em 2003 para 16,5 milhões em 2010. Atualmente, as motos representam 30,75% da frota de transporte individual e 25,46% de toda a frota brasileira. Este aumento, apesar da aparente melhoria na mobilidade, um dos principais atrativos deste tipo de veículo, vem interferindo desfavoravelmente na segurança viária, já que este tipo de veículo é o menos seguro que existe.



Fonte: DENATRAN

Figura 1.4 - Composição da frota de transporte individual – Motos x Automóveis

Para completar o quadro caótico do trânsito brasileiro, os investimentos públicos e privados em infraestrutura viária não têm acompanhado o ritmo de crescimento da frota circulante, já que além de possuir um custo alto, às vezes são impraticáveis em face da falta de planejamento urbano que antevê as necessidades de ampliação da rede viária a médio e longo prazo. Isso pode ser verificado na Figura 1.5 que mostra que a infraestrutura viária no Brasil evoluiu apenas 11,5% entre 2003 e 2008. A frota de veículos, como foi dito anteriormente, no mesmo período cresceu 48,69%.



Fonte: ANTP (2009)

Figura 1.5 - Evolução da infraestrutura viária no Brasil

Ainda assim, a expansão da infraestrutura viária, que é uma solução para aumentar a mobilidade, acaba utilizando espaços que poderiam ser ocupados por áreas verdes ou de lazer, e contribui com a degradação da qualidade de vida dos habitantes dos centros urbanos (Campos *et al*, 2005).

Além da ampliação viária, os órgãos gestores do trânsito optaram pelo emprego intensivo dos Sistemas Inteligentes de Transportes -SIT (ou *Intelligent Transportation Systems* - ITS). Estes sistemas utilizam a telemática para captar, transmitir, tratar e formatar os dados relevantes à gestão, operação e funcionamento dos sistemas viários, dos transportes públicos e do transporte de cargas. Eles unem de modo coordenado as variadas tecnologias de comunicação, de controle e de eletrônica às infraestruturas de sistemas de transporte e aos veículos diretamente, garantindo maior eficácia nas decisões de planejamento e de gerenciamento operacional do tráfego em si. E também permite a implementação de regras e processos governamentais e privados de forma mais econômica (Figueiredo, 2005), com a redução de custos não somente para os órgãos gestores como também para todos os usuários das vias devido aos efeitos na melhoria da mobilidade e segurança viária. Assim a utilização dos SIT apresenta reflexos diretos sobre a qualidade de vida da população no espaço urbano.

Vale ressaltar que os efeitos do emprego dos SIT seria significativamente mais eficaz se fosse estabelecida pelo governo brasileiro uma política de prioridade de investimentos na ampliação e melhoria nos serviços dos transportes coletivos.

Com relação à utilização dos SIT no Brasil, pode-se listar algumas das principais funções que estão sendo desenvolvidas e aplicadas nas cidades brasileiras:

- a) Operação de sistemas de controle de tráfego
- b) Fiscalização eletrônica de infrações.
- c) Rastreamento e roteamento por GPS (*Global Positioning System*) de veículos de transporte de cargas e de transporte coletivo.
- d) Operação de sistemas de navegação por GPS em veículos de transporte individual.

No item de sistemas de controle de tráfego, os SIT fornecem amparo para várias sub-funções, como por exemplo, a utilização de sistemas de controle de tráfego para planos de contingência (Fernandes, 2007). Dentro da função de fiscalização eletrônica de infrações, que é o foco principal desta dissertação, as tecnologias utilizadas no Brasil conseguem registrar as seguintes infrações:

- a) Velocidade acima da regulamentada para o local;
- b) Avanço de semáforo em ciclo vermelho;
- c) Parada sobre faixas de travessias de pedestres;
- d) Conversões proibidas pelo regulamento no local;
- e) Veículos trafegando em situação fiscal e/ou legal irregulares (por exemplo, veículos roubados e com impostos atrasados).
- f) Tráfego de veículos não permitidos em determinadas faixas pela legislação local (por exemplo, carros de passeio trafegando em faixas exclusivas para transporte coletivo).

1.1 Justificativa

Atualmente as cidades brasileiras têm utilizado os SIT com uma maior frequência para o controle de tráfego e a aplicação que mais tem evoluído em quantidade nos últimos anos é a fiscalização eletrônica de infrações nas vias.

Com relação ao crescimento da frota comentado no item anterior, a fiscalização eletrônica de infrações nas vias possui um caráter eminentemente de aumento da segurança viária, com redução dos custos de operação. Os equipamentos que realizam a fiscalização eletrônica de infrações facilitam a gestão do tráfego pelos municípios e órgãos gestores, já que permitem ampliar a área de cobertura da fiscalização de trânsito, sem que seja necessária a presença física de agentes atuadores. Por outro lado, também contribuem para o respeito às regras de

segurança de trânsito definidas nas normas do CTB e nas resoluções do CONTRAN (Conselho de Trânsito Nacional) por parte dos motoristas e pedestres.

Ainda que as tecnologias empregadas nos SIT estejam evoluindo continuamente e as pesquisas nesta área tenham contribuído para que a utilização da fiscalização eletrônica de infrações seja feita através de critérios e metodologias cada vez mais sólidos, a questão do monitoramento do funcionamento e operação dos equipamentos ainda é insipiente. Como qualquer equipamento eletrônico pode apresentar falhas, as aferições periódicas e o monitoramento contínuo da operação dos dispositivos de fiscalização eletrônica de infrações devem ter uma relevância igual aos critérios de instalação dos mesmos. Além disto, este monitoramento é indispensável para evitar interpretações distorcidas da realidade do tráfego no local onde os equipamentos estão instalados, reduzindo assim a probabilidade de ocorrência de erros nos dados e informações coletadas.

Estes equipamentos na maioria das vezes são operados por empresas terceirizadas prestadoras do serviço aos órgãos gestores, e estas podem não retratar ou registrar devidamente uma falha que venha a ocorrer e corrigi-la a tempo de evitar a autuação, que é a objetivação da punição. O controle existente na parte de supervisão dos sistemas de controle de tráfego se resume a reportar falhas eletrônicas básicas nos equipamentos, como por exemplo, falta de energia, desconexão de cabos, falhas na comunicação, defeitos em componentes eletrônicos, etc. Mas existem falhas que não são inerentes ao funcionamento primário do sistema, e sim, à sua eficiência e cumprimento das suas funções dentro de níveis aceitáveis de serviço. A demora ou a falta do registro deste tipo de falha pode trazer à tona duas situações indesejáveis:

- a) Autuações e penalizações incorretas, acarretando em prejuízos financeiros e morais aos usuários, e em consequência, a perda da credibilidade do sistema e dos órgãos gestores em garantir a segurança viária.
- b) Alimentação incorreta dos bancos de dados referentes às informações de tráfego, inserindo dados inválidos e/ou inconsistentes, acarretando prejuízos ao controle e ao planejamento do tráfego pelos órgãos gestores, gerando preocupações em se utilizar estes dados em projetos operacionais, táticos e estratégicos.

Além disso, estas empresas que prestam os serviços de fiscalização eletrônica de velocidade no Brasil são remuneradas em sua grande maioria, pela quantidade de

multas aplicadas e pagas, o que denota aos olhos da população em geral, uma vinculação entre a punição e remuneração, não sendo indicada como uma boa prática de controle e fiscalização. Uma das questões legais e técnicas que surge quando essa forma de remuneração é utilizada, é que alguns equipamentos podem estar sendo instalados em locais não com maior número ou maior gravidade nos acidentes de trânsito, mas em locais com maior volume de tráfego. Notícias recentes de fraudes e esquemas ilegais em licitações de serviços de fiscalização eletrônica de infrações (Globo, 2011) sugerem que a existência destas práticas. Agora, a população em geral está cobrando dos governantes e órgãos gestores uma postura ética em relação à fiscalização de infrações no tráfego.

Como não houve resultados na revisão bibliográfica quanto à existência de metodologias ou de tecnologias para auxiliar a detecção de falhas na operação dos equipamentos de fiscalização eletrônica de infrações, se faz necessário apresentar tecnologias inéditas que possam então realizar esta tarefa. Além da detecção de falhas também é importante que haja um registro histórico das falhas detectadas e que através deste histórico sejam apresentados índices de eficiência dos equipamentos que possam ser utilizados na remuneração dos serviços. Isto trará uma maior credibilidade a este tipo de serviço, bem como facilitará a mudança de postura dos órgãos gestores em relação à remuneração dos serviços prestados pelas empresas terceirizadas.

1.2 Objetivos da dissertação

O objetivo principal desta dissertação e sua contribuição à engenharia de tráfego é apresentar um sistema especialista para a detecção de falhas na operação e para o cálculo de índices de eficiência dos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade, realizando assim o seu monitoramento de forma mais eficaz. A escolha de um sistema especialista para este objetivo se deve ao fato de que atualmente existem vários sistemas de detecção de falhas em equipamentos eletrônicos, os quais utilizam este tipo de sistema para realizar suas funções, conforme revisão bibliográfica.

Porém antes do desenvolvimento e modelagem do sistema, é necessário realizar algumas tarefas para adquirir a base de conhecimento para o mesmo, sendo elas:

- a) Apresentar as tecnologias disponíveis no mercado em relação aos equipamentos de fiscalização eletrônica de infrações, identificando suas

principais características e os tipos de variáveis coletadas, a partir das informações fornecidas por empresas fabricantes e prestadoras de serviço no Brasil e no mundo.

- b) Avaliar o modo como as tecnologias relacionadas na investigação anterior estão sendo utilizadas no Brasil, a partir de pesquisa realizada junto aos órgãos gestores do trânsito e empresas fabricantes e prestadoras de serviço na área de fiscalização eletrônica de velocidade.

1.3 Estrutura da dissertação

O trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema especialista para o monitoramento da operação dos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade em utilização nas cidades brasileiras. Esta dissertação está subdividida em seis capítulos, como segue:

O Capítulo 2 aborda os sistemas eletrônicos de controle de tráfego, cujas funções incluem a fiscalização de infrações no trânsito. Neste capítulo são comentados os conceitos básicos e principais funções destes sistemas. Está incluído também a catalogação dos dispositivos disponíveis no mercado para a detecção de veículos, que são a base de conhecimento de todos os sistemas eletrônicos de controle de tráfego, e portanto da própria fiscalização de infrações em relação ao excesso de velocidade dos veículos no trânsito, principal objetivo de estudo desta pesquisa.

O Capítulo 3 apresenta uma análise sobre a utilização dos equipamentos para a fiscalização eletrônica de velocidade (FEV) no Brasil, a partir de informações obtidas por meio de consulta e entrevistas com empresas prestadoras deste tipo de serviços e com órgãos de planejamento e gestão do trânsito. Além disto, são mostrados os resultados de testes de consistência e confiabilidade dos dados e informações obtidos a partir dos equipamentos de FEV em funcionamento na cidade de Petrópolis, que é o estudo de caso para os testes referidos anteriormente, bem como para a modelagem e a construção do sistema especialista que está proposto nos capítulos seguintes.

O Capítulo 4 apresenta o desenvolvimento da modelagem lógica do sistema especialista para monitoramento da operação dos equipamentos de FEV, composto pela documentação do projeto computacional baseado nos conceitos e estudos de casos apresentados no capítulo 3.

O Capítulo 5 apresenta a construção do sistema especialista em ambiente computacional, na forma de um aplicativo, e sua implantação com os devidos testes para a avaliação e validação dos resultados.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões finais obtidas nesta dissertação. Também são propostas idéias e temas para trabalhos futuros e posteriores ampliações do aplicativo proposto, bem como as contribuições que a presente dissertação oferecerá ao campo da engenharia de tráfego.

Os Apêndices mostram os relatórios produzidos e os resultados das pesquisas efetuadas em relação aos equipamentos de fiscalização eletrônica de infrações e as estatísticas de dados referentes aos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade dos veículos. Também são mostrados os relatórios emitidos pelo sistema especialista desenvolvido neste trabalho.

Os Anexos apresentam as resoluções do CONTRAN mais relevantes em relação à utilização dos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade no Brasil, bem como a cópia de uma autuação aplicada erroneamente a partir de uma falha em um destes equipamentos.

2. SISTEMAS DE CONTROLE DE TRÁFEGO

2.1 Conceitos básicos

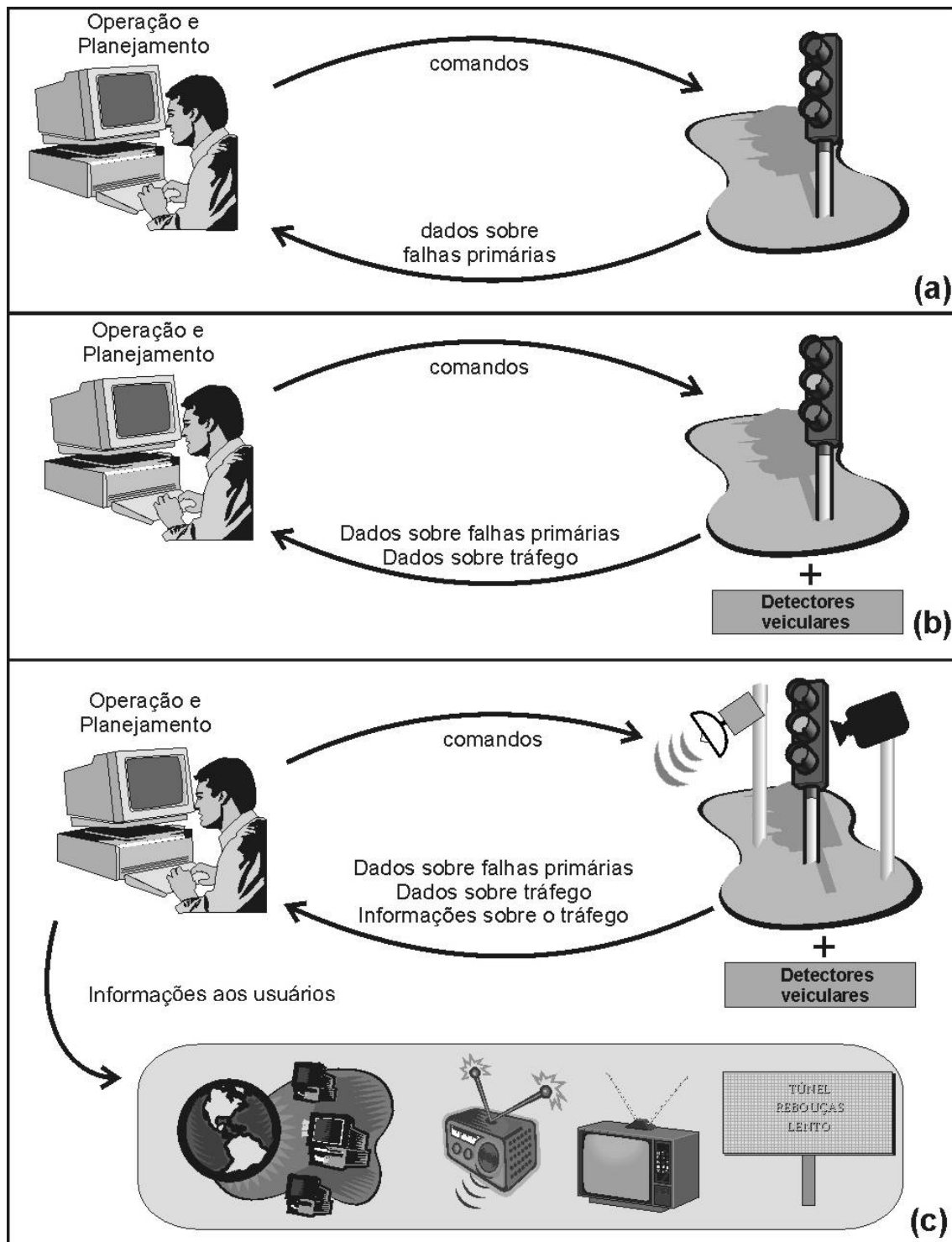
Os primeiros sistemas de controle de tráfego eram formados por computadores localizados em uma central de controle e semáforos instalados nas vias (Roess *et al.*, 1998), e serviam basicamente para disciplinar o uso do espaço público de forma segura para todos os atores, sejam eles veículos ou pedestres.

Atualmente, os sistemas de controle de tráfego utilizados no país possuem diversas configurações, cada uma delas utilizadas de acordo com as necessidades observadas nos locais de implantação (Campos *et al.*, 2005). Estas configurações servem para determinadas funções, cujas principais são:

- a) O controle do direito de passagem, com a utilização de semáforos;
- b) A fiscalização eletrônica de infrações, com a utilização de equipamentos que detectam e registram as infrações para posterior autuação do motorista infrator.

Além da complexidade atribuída a esses sistemas, um novo ator foi adicionado nos últimos anos: o usuário, que representa o papel receptor de informações e tomador de decisões. Dessa forma, o fluxo de dados e informações também se tornou complexo, como demonstrado na Figura 2.1. E esses sistemas são compostos por diversos dispositivos e equipamentos, conforme lista a seguir e mostrada na Figura 2.2.

- a) Dispositivos e sensores para detectar dados relativos a veículos e outros atores que utilizam o espaço público.
- b) Equipamentos de interface entre os sensores e os computadores que realizarão a coleta dos dados coletados pelos sensores e o tratamento primário dos mesmos.
- c) Equipamentos de comunicação que farão a conexão entre os sensores e equipamentos de interface até à central de controle de tráfego.
- d) Central de controle de tráfego que realizará o tratamento secundário dos dados coletados na via e transformará os dados em informações para os operadores do sistema e/ou para os usuários em geral.



Fonte: Adaptado de Campos *et al.* (2005)

Figura 2.1 - Evolução dos sistemas de controle de tráfego

A evolução dos sistemas de controle de tráfego permitiu um conhecimento mais aprofundado e uma gestão mais dinâmica do tráfego urbano. Grandes cidades brasileiras, como Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte utilizam esses sistemas como equipamentos básicos de conhecimento e gestão do trânsito. A BHTRANS órgão gestor do tráfego da cidade de Belo Horizonte apresenta em página na Internet

os sistemas que compõe o controle centralizado do tráfego naquele município (BHTRANS, 2008). Loureiro *et al.* (2006) apresentam um trabalho onde expõe como um sistema centralizado de controle de tráfego auxilia a gestão do trânsito urbano na cidade de Fortaleza, aliando imagens das vias captadas por processadores de vídeo, com controladores semafóricos e painéis de mensagens variadas (PMV), exatamente como está mostrado na figura 2.1-c, e na figura 2.2.

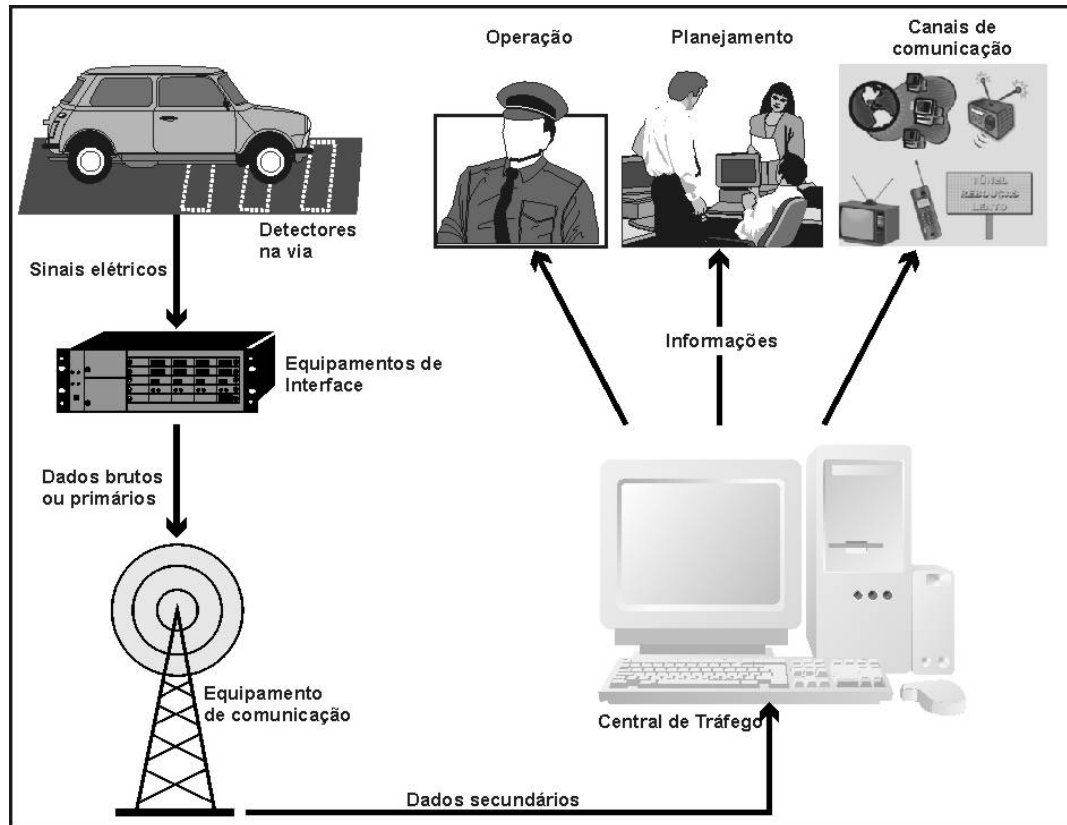


Figura 2.2 - Componentes de um sistema de controle de tráfego

Segundo Silva(2004), os sistemas de controle de tráfego devem atingir vários propósitos, dentre eles:

- a) a supervisão do funcionamento do sistema (operação);
- b) a supervisão e otimização do fluxo de tráfego (operação e planejamento);
- c) os serviços de informações aos usuários (canais de comunicação).

A supervisão do funcionamento do sistema tem como função detectar falhas nos equipamentos que compõem os sistemas a partir dos dados que eles mesmos coletam ou deveriam coletar. Assim os órgãos de operação destes sistemas podem verificar a eficiência e a eficácia dos equipamentos, ou seja, verificar se os equipamentos estão operando conforme suas funções previamente definidas, com erros dentro de taxas aceitáveis.

A supervisão do tráfego permite, também a partir dos dados coletados, obter informações sobre o trânsito, detectando problemas e interrupções nos fluxos de tráfego. Assim os órgãos de operação e planejamento podem ampliar seu conhecimento dos locais e áreas que estes sistemas supervisionam, e otimizar dessa forma o sistema viário e os fluxos de tráfego nele contidos.

Os serviços de informações aos usuários têm como função repassar as informações obtidas pelas centrais de tráfego aos motoristas e pedestres, usuários diretos das infra-estruturas viárias. Nesse caso, equipamentos de informação instalados nas vias (painéis de mensagens variáveis) e equipamentos de comunicação em massa (redes de rádio e TV, Internet etc.) fazem parte desse tipo de serviço.

Porém para que esses três propósitos sejam atingidos, é necessário que a coleta de dados seja realizada de forma consistente e permanente. Assim a base de cada serviço apresentado são os dispositivos que realizam a detecção de veículos e medições de variáveis nas vias onde os sistemas de controle de tráfego estão instalados. Com o avanço da tecnologia nos últimos anos, novos tipos de dispositivos para a detecção de veículos e observação do tráfego vêm sendo agregados aos sistemas de controle, permitindo criar novas formas de supervisão do tráfego e do funcionamento do sistema (Pereira *et al.* 2005). Um exemplo é o monitoramento do tráfego por câmeras de vídeo, que pode incluir tecnologia para processamento de imagens de vídeo (*Video Image Processor – VIP*), e permite a coleta automatizada de dados pelas imagens geradas pelo sistema de monitoramento de tráfego por câmeras de vídeo.

2.2 Catalogação dos equipamentos de detecção de veículos

O FHWA (Federal Highway Administration), órgão de administração e pesquisa de tráfego e de transportes dos EUA, publicou no ano de 2007 um catálogo completo onde são apresentadas, a partir de informações dos fabricantes, as mais recentes tecnologias para os dispositivos e sensores para a detecção de veículos utilizados nos sistemas de controle de tráfego. Assim, é apresentado na Tabela 2.1 um resumo das tecnologias sugeridas pelo FHWA (2007) para a detecção de veículos e captação de dados, com suas respectivas características, bem como os tipos de variáveis e dados que cada detector pode captar.

Tabela 2.1 - Tipos de dados coletados pelos detectores veiculares

Tipo de instalação na via	Tecnologia dos detectores	Tipos de dados captados						Área de detecção
		Volume de veículos	Presença de veículos	Velocidade dos veículos	Ocupação da via	Classificação dos veículos	Altura dos veículos	
"In Road" – junto à superfície da via	Laços indutivos	✓	✓	✓	✓	✓		Uma faixa de tráfego
	Magnéticos / Magnetômetros	✓	✓	✓	✓			Uma faixa de tráfego
	Piezoelétricos	✓	✓	✓	✓	✓		Uma faixa de tráfego
	Tubos pneumáticos	✓	✓	✓	✓	✓		Múltiplas faixas de tráfego
"Over Road" - longe da superfície da via	Processadores de imagens de vídeo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Múltiplas faixas de tráfego
	Radar Microondas	✓	✓	✓	✓	✓		Múltiplas faixas de tráfego
	Infravermelhos ativos	✓	✓	✓	✓	✓		Múltiplas faixas de tráfego
	Infravermelhos passivos	✓	✓	✓	✓			Uma faixa de tráfego
	Ultrassônicos	✓	✓	✓	✓		✓	Uma faixa de tráfego
	Acústicos	✓	✓	✓	✓	✓		Múltiplas faixas de tráfego

Fonte: Adaptado de FHWA (2007)

Porém o rol de dados e informações que podem ser obtidos pelos detectores não são somente os mostrados na Tabela 2.1. Através deles, é possível estimar outras variáveis e obter informações secundárias com a utilização de metodologias adicionais. Um exemplo disto é a medição do tempo de viagem em um determinado trecho de via através da reidentificação de veículos, como propõe Coifman e Krishnamurthy (2007). Assim, é de extrema importância que a acuracidade dos detectores seja a melhor possível para permitir a implementação de funções e metodologias mais complexas que possam gerar, a partir dos dados primários captados pelos detectores, uma maior gama de informações secundárias.

Nos próximos sub-itens, serão apresentados os resumos do funcionamento de cada tipo de detector, e ao final será mostrado um quadro com as principais vantagens e desvantagens para cada tipo.

2.2.1 Laços Indutivos

Os laços indutivos são os detectores mais utilizados nos sistemas de controle de tráfego. Para sua montagem, utiliza-se um cabo de cobre instalado dentro de estreitos cortes no pavimento, cortes estes feitos sob diversas formas de acordo com a aplicação desejada. Estes cortes devem estar posicionados no centro da pista de tráfego (Figura 2.3). O cabo de cobre deve dar várias voltas e ser conectado a um cabo blindado, que por sua vez é conectado a um equipamento eletrônico de controle que transformará os pulsos elétricos em sinais. Quando ocorre a passagem de um veículo sobre o laço indutivo, o equipamento eletrônico armazena esses sinais em forma de onda e os transmite à central de tráfego.

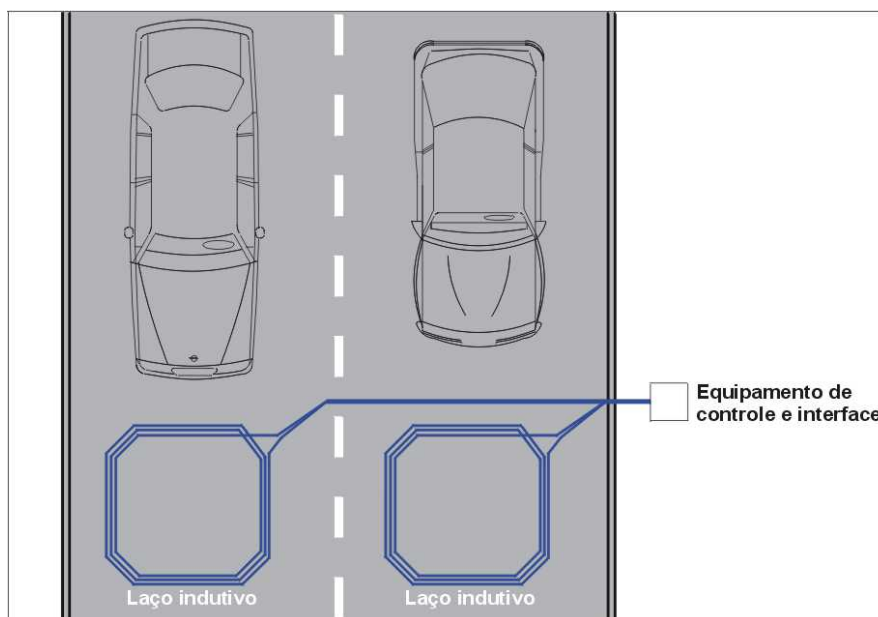
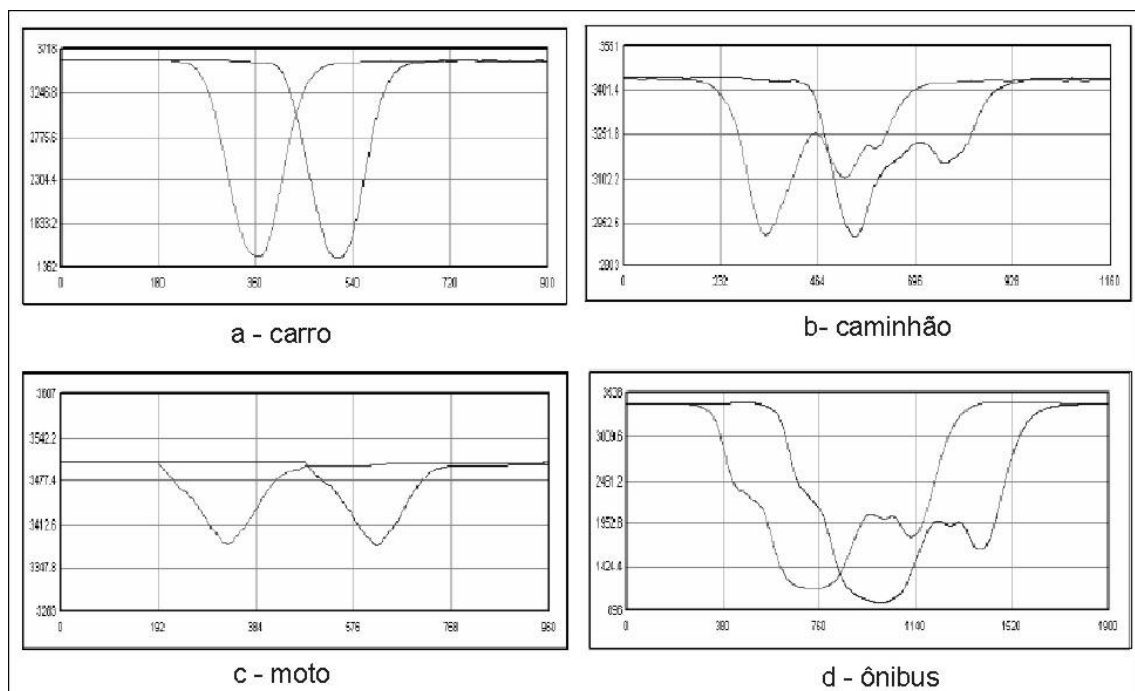


Figura 2.3 - Instalação de laço indutivo

Os laços indutivos fazem a leitura de apenas uma faixa de tráfego, sendo necessária a instalação de um laço para cada faixa de tráfego que exista na via. Para a medição real da velocidade dos veículos é necessário a instalação de no mínimo 02 (dois) laços em seqüência. Para uma medição estimada, pode-se utilizar apenas um laço, porém é necessário determinar um comprimento médio para cada tipo de veículo que passe pelo laço, conforme Coifman *et al.* (2003).

Para a classificação dos veículos por porte ou por tipo, os laços indutivos geram um campo magnético que é alterado quando um veículo passa sobre esse campo, sendo essa alteração diferenciada conforme a massa de cada veículo, conforme pode ser visto na Figura 2.4. Assim, os sinais elétricos gerados pelos laços são processados

em forma de onda e de acordo com as características de cada onda, consegue-se identificar qual o porte dos veículos que passam por eles, e realizar a devida classificação. Essa classificação é feita por equipamentos de controle instalados juntos aos detectores ou nas centrais de tráfego. Há na revisão de literatura vários estudos sobre a classificação de veículos por porte através dos sinais emitidos pelos laços indutivos. Halow (2001) apresenta uma metodologia para a classificação automática de veículos e Calixto (2006) apresenta uma metodologia para classificação de veículos por porte através de lógica *fuzzy*.

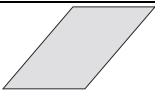


Fonte: Adaptado de Nishmoto (2006)

Figura 2.4 - Perfil magnético característico de diferentes veículos

Para uma correta classificação, também é necessário que os laços possuam a geometria ideal de acordo com as características do tráfego e de acordo com a aplicação desejada. Nishmoto (2006) propõe novas geometrias dos laços indutivos para a melhor classificação dos veículos. Ele executa uma análise das várias geometrias existentes e das novas geometrias que ele propõe para os laços, e as testa através de simulações, apresentando também critérios para a seleção da melhor geometria mais adequada às características do tráfego onde eles serão instalados. A Tabela 2.2 demonstra as geometrias apresentadas no trabalho de Nishmoto (2006). Ele conclui, por exemplo, que para a detecção e classificação de veículos de pequeno porte (como motocicletas), a geometria ideal é a “8”.

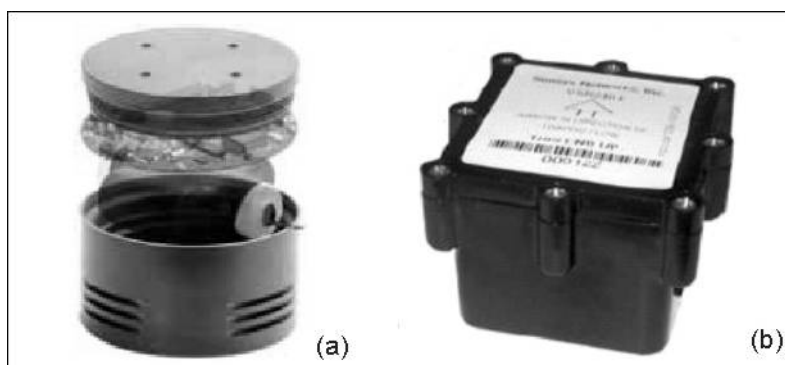
Tabela 2.2 - Exemplos de geometrias para a construção de laços indutivos

Geometria	Denominação	Especificações
	Tipo A	Quadrado de 1,80 x 1,80m com cortes transversais nas bordas
	Tipo S	Similar ao laço A, com bordas com ângulo de 90°
	Tipo B	Similar ao laço S, porém com 1,00m x 1,00m de dimensão e rotacionado a 45°
	Tipo E	Circulo com 1,80m de diâmetro
	Tipo D	Similar ao laço A, com 3 ou 4 enrolamentos diagonais no interior
	Tipo I	Retângulo de 3,00 x 0,5m
	Tipo P	Paralelogramo de 2,50 x 1,00m
	Tipo 8	Forma de "8" deitado, com 3,00 x 1,00m

Fonte: Adaptado de Nishmoto (2006)

2.2.2 Magnéticos

Os sensores magnéticos (ou magnetômetros) são dispositivos que conseguem detectar a presença de objetos metálicos pela alteração no campo magnético da Terra causado pelo objeto. Eles são compostos por dois ou três pequenos cilindros (Figura 2.5.a) chamados de magnetômetros, que são introduzidos no pavimento ou por baixo da estrutura de pontes e viadutos. Esses magnetômetros transmitem as alterações no campo magnético para o sensor sem fio (Figura 2.5.b), que fica à distância da pista de rolamento. O sensor sem fio transforma os sinais da alteração do campo magnético em sinais elétricos que são enviados para o equipamento de controle e interface.



Fonte: FHWA(2007)

Figura 2.5 - Magnetômetro para instalação no pavimento e sensor sem-fio

Quanto à sua instalação na via, para cada faixa de tráfego deve ser instalado um conjunto de sensores (dois ou três), conforme a aplicação requerida.

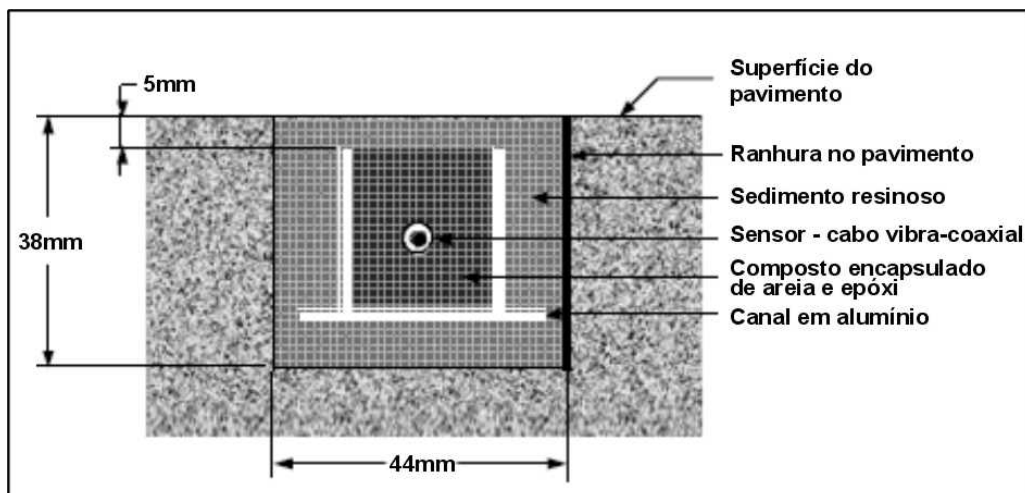
Para a medição de velocidade, as restrições são as mesmas impostas ao laço indutivo, conforme está descrito no item 2.2.1, ou seja, são necessários dois dispositivos instalados a distância para realizar a medição real da velocidade do veículo.

2.2.3 Piezoelétricos

Os sensores piezoelétricos são detectores que geram uma carga elétrica quando são atingidos por impactos mecânicos ou vibrações, sendo a voltagem da carga elétrica emitida é proporcional ao peso do veículo. Esse tipo de sensor consegue medir o peso por eixo do veículo, sendo por isso utilizado em sistemas de pesagens de caminhões em rodovias e estradas.

Eles são compostos por um cabo ou fio metálico trançado, envolto por um material piezoelétrico polarizado (por exemplo, uma mistura de areia e epóxi), que por sua vez é envolto numa camada externa de metal. Esse esquema de composição é mostrado na Figura 2.6.

Os sensores piezoelétricos são instalados perpendicularmente à via. Existem vários tipos de composição de sensores piezoelétricos, mas todos possuem o mesmo princípio.

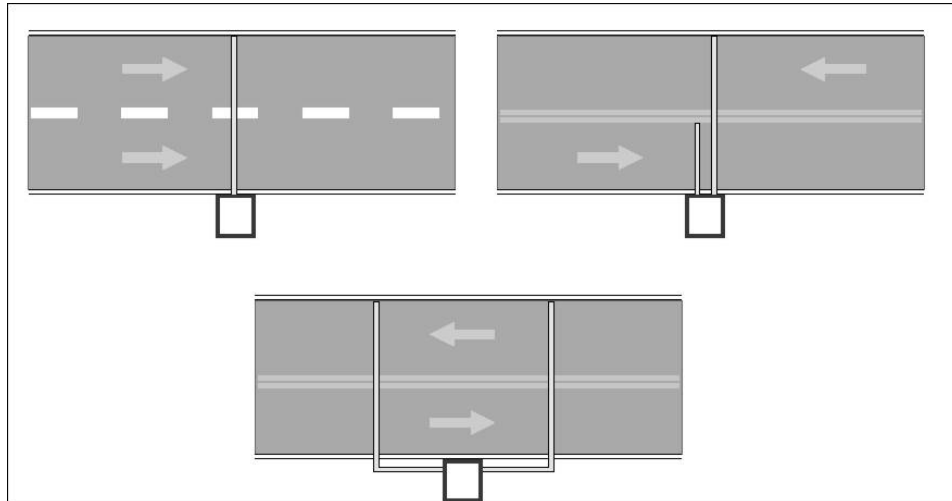


Fonte: Adaptado de FHWA(2007)

Figura 2.6 - Detector Piezoelétrico vibra-coaxial montado em um canal de alumínio

2.2.4 Tubos pneumáticos

Os detectores pneumáticos são compostos por um tubo de borracha, que quando um veículo passa sobre o tubo, este envia a explosão de ar gerada para um equipamento que transforma esse “sopro de ar” em sinais elétricos. Estes detectores não são fixos (o que facilita a sua portabilidade) e devem ser posicionados perpendicularmente sobre a via. Eles podem de acordo com as configurações da via, abranger várias faixas de tráfego. A Figura 2.7 mostra as alternativas de instalação desse tipo de sensor.



Fonte: Adaptado de FHWA(2007)

Figura 2.7 - Alternativas de instalação de detectores pneumáticos conforme a configuração da via

2.2.5 Processadores de imagem de vídeo

As câmeras de vídeo foram introduzidas no controle de tráfego para possibilitar o monitoramento remoto do tráfego. No início as imagens eram interpretadas e traduzidas em informações e dados pelos operadores de tráfego, mas ao longo do desenvolvimento tecnológico, novas aplicações foram criadas para realizar a interpretação e extração de dados de forma automática, sem a necessidade de intervenção humana. Os processadores de imagem de vídeo (PIV) são os aplicativos que realizam a tarefa de digitalizar e processar as imagens captadas pelas câmeras e as convertem em dados e informações de tráfego. Esses dados e informações são extraídos a partir da análise nas alterações dos quadros sucessivos da imagem de um determinado local. O esquema de funcionamento é mostrado na Figura 2.8.

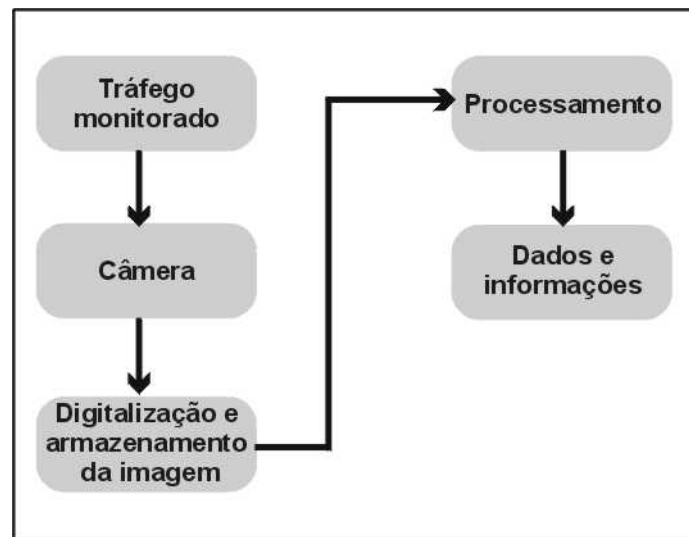
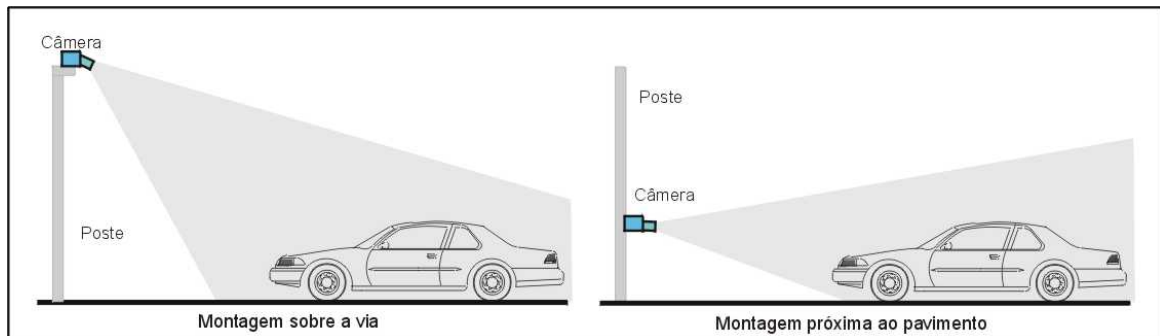


Figura 2.8 - Fluxograma de funcionamento de um sistema de processamento de imagem

As funções mais utilizadas para o processamento de imagem são:

- a) Identificação individual de veículos, a partir da leitura automática de placas (LAP). A partir da digitalização da imagem da placa do veículo, o sistema reconhece os caracteres da mesma, identificando sua numeração. Essa identificação pode gerar informações mais complexas como, por exemplo, tempo de viagem e matrizes de origem e destino, a partir do rastreamento destes veículos.
- b) Contagem de veículos e medição de velocidade a partir de regiões digitais pré-delimitadas (laços virtuais) ou a partir da delimitação dos contornos e bordas dos veículos (vetorização de contorno).
- c) Classificação de veículos a partir da comparação de seus contornos com modelos pré-identificados em três dimensões.
- d) Reconhecimento de incidentes a partir de redes neurais.

As câmeras de vídeo podem ser montadas sobre a via, a fim de monitorarem o tráfego do alto, ou mais próximas ao pavimento, para que monitorem o tráfego na altura dos veículos. A escolha da opção de instalação depende dos locais e do tipo de dado que se deseja coletar. Por exemplo, caso o dado a ser coletado seja a altura dos veículos, a instalação mais adequada será a próxima ao pavimento, de preferência na posição frontal para possibilitar a captura conjunta das placas dos veículos (Figura 2.9).

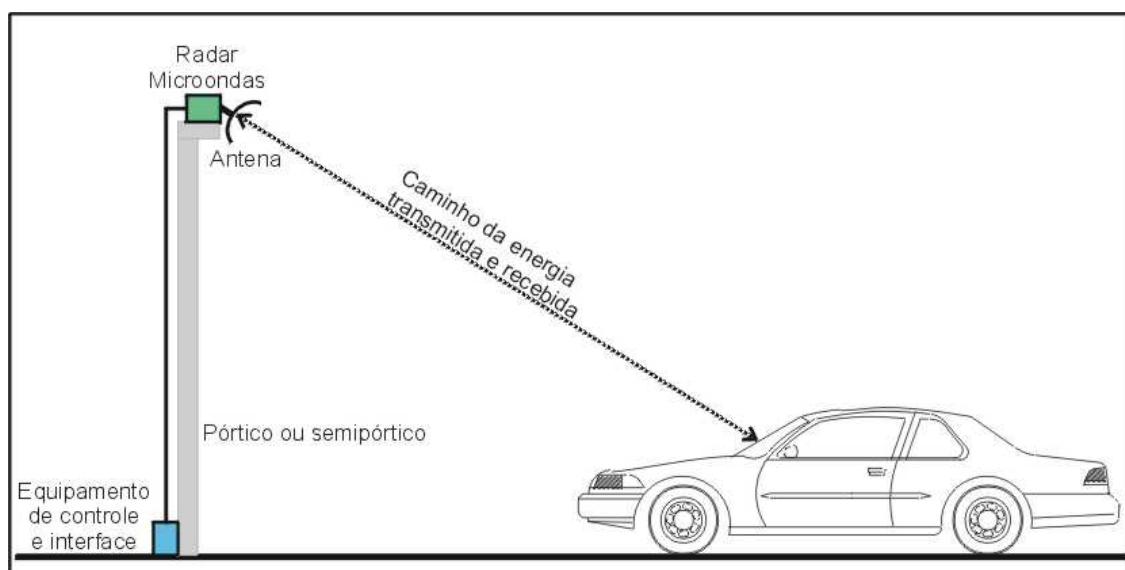


Fonte: Adaptado de FHWA(2007)

Figura 2.9 - Exemplos de montagem de câmeras de vídeo

2.2.6 Radar Microondas

Os radares microondas são detectores que emitem energia eletromagnética em uma determinada faixa de frequência de rádio (para aplicações de tráfego em sistemas fixos utiliza-se a faixa de 10.525 Ghz e para sistemas móveis utiliza-se a faixa de 76 a 77 Ghz). Quando essa onda de energia alcança um veículo, ela retorna à antena do sensor e ele faz a leitura dos sinais (ver Figuras 2.10 e 2.11).



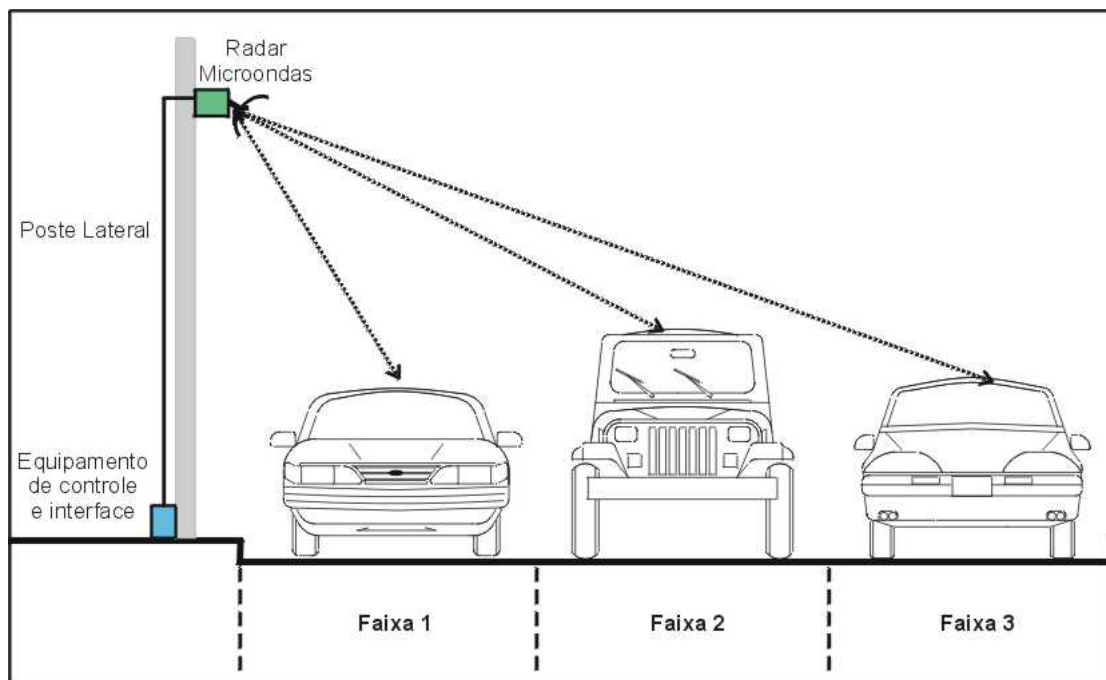
Fonte: Adaptado de FHWA(2007)

Figura 2.10 - Radar Microonda montado em pórtico

Dois tipos de radar microondas são utilizados em monitoramento de tráfego: Radar Doppler de Onda Contínua (Doppler¹) e Radar de Onda Contínua em Frequência modular (em inglês *FMCW – Frequency Modulated Continuous Wave*). Os dois têm o

¹ O **Efeito Doppler** é uma característica observada nas ondas (sonoras ou eletromagnéticas) quando emitidas ou refletidas por um objeto que está em movimento com relação ao observador. Ele permite medir a velocidade de objetos através da reflexão das ondas emitidas pelo próprio equipamento de medida. Os equipamentos de medida podem utilizar radiofrequência (radar) ou frequências luminosas (laser). (Wikipedia, 2010).

funcionamento semelhante, com a única diferença que o Doppler não consegue detectar veículos parados, já que o princípio de funcionamento do Doppler requer que o objeto a ser detectado esteja em movimento.



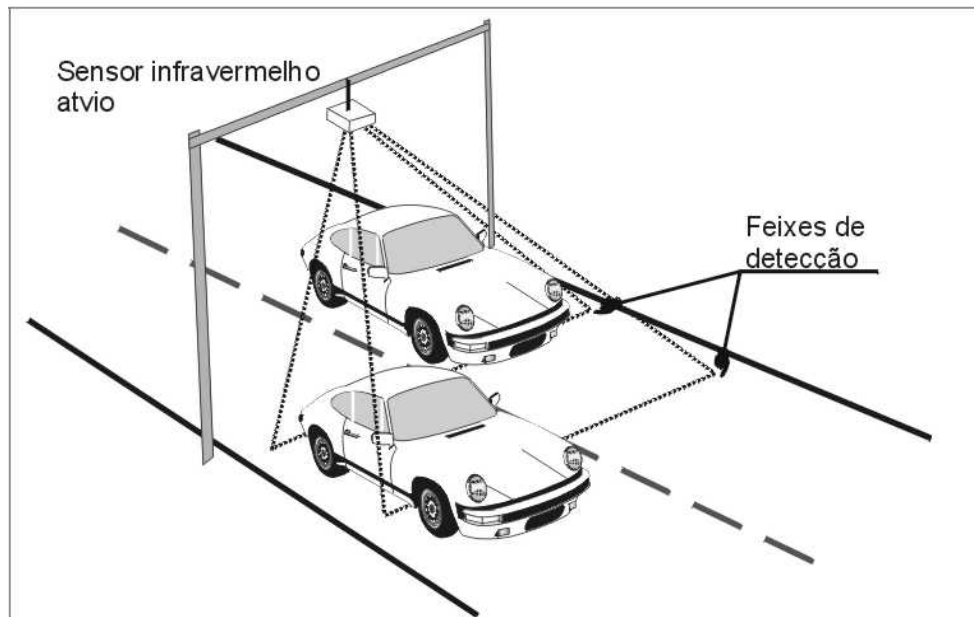
Fonte: Adaptado de FHWA(2007)

Figura 2.11 - Radar Microondas montado em poste lateral para monitoramento de múltiplas faixas

2.2.7 Infravermelhos

Os detectores infravermelhos são equipamentos compostos por um sistema ótico e por um elemento sensível à luz infravermelha, que convertem a energia emitida ou refletiva por veículos (e também por pedestres em travessias) em sinais elétricos. Eles são de dois tipos: ativos e passivos.

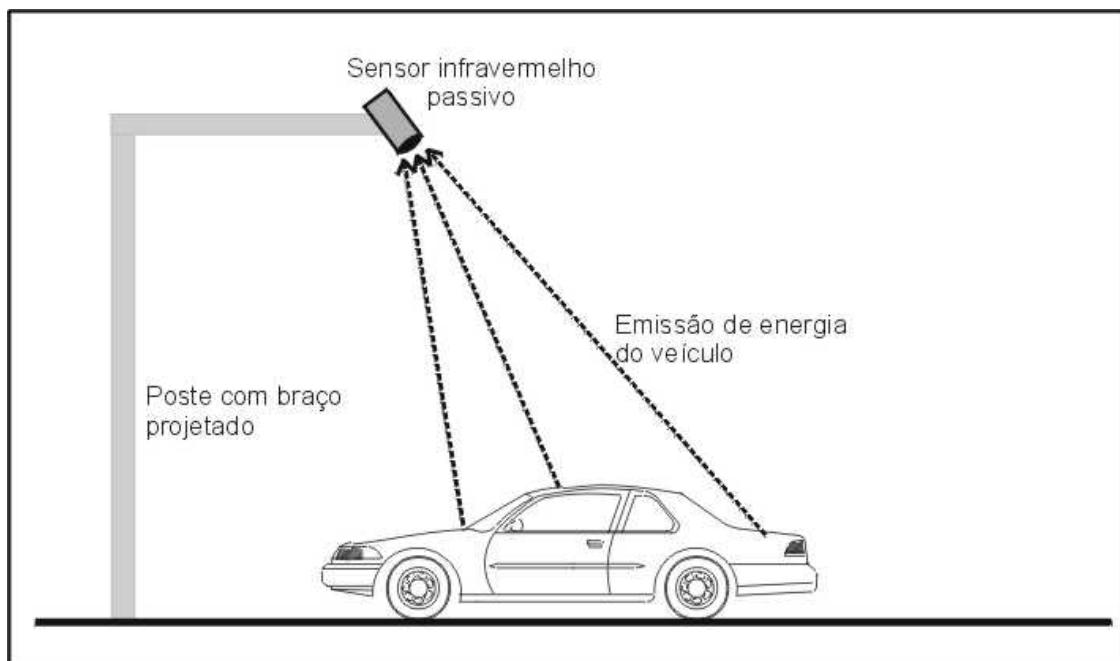
Os infravermelhos ativos possuem diodos laser (por isso também são chamados de radares laser) que emitem energia infravermelha de baixa potência, a qual ilumina uma determinada área da pista de tráfego, que se torna a zona de detecção. Quando essa energia atinge um veículo ela é refletida e captada pelo sistema ótico do equipamento. Esses sensores podem emitir múltiplos feixes de energia a fim de medir a velocidade dos veículos (Figura 2.12). Com esses múltiplos feixes de energia também é possível gerar imagens tridimensionais dos veículos, que possibilita uma classificação mais apurada dos veículos.



Fonte: Adaptado de FHWA(2007)

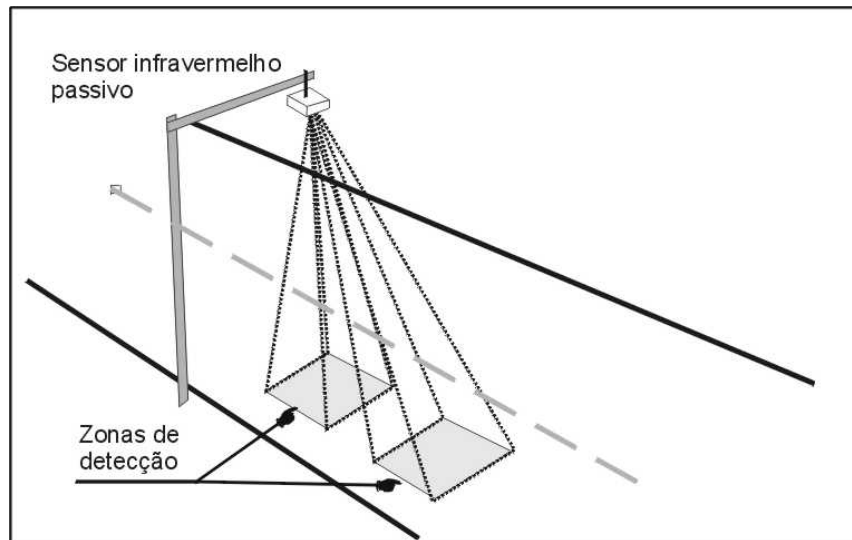
Figura 2.12 - Exemplo de montagem de sensor infravermelho ativo para medição de velocidade

Os infravermelhos passivos captam a energia emitida pelos veículos e por outros objetos que estejam na sua zona de detecção (Figura 2.13). Para isso, devem possuir vários elementos sensíveis à luz (normalmente não mais que cinco). Para medições de velocidade, o princípio é o mesmo dos sensores ativos: várias zonas de detecção devem ser criadas para possibilitar a coleta dessa variável (Figura 2.14).



Fonte: Adaptado de FHWA(2007)

Figura 2.13 - Exemplo de montagem de sensor infravermelho passivo

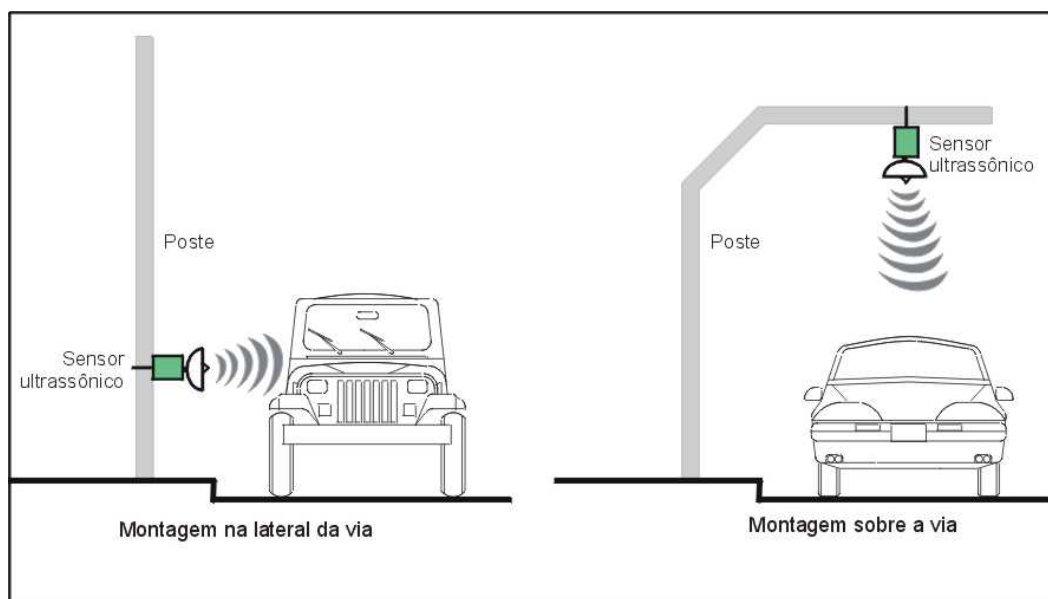


Fonte: Adaptado de FHWA(2007)

Figura 2.14 - Exemplo de montagem de sensor infravermelho passivo para medição de velocidade

2.2.8 Ultrassônicos

Os detectores ultrassônicos são sensores que transmitem uma onda sonora em frequências inaudíveis aos seres humanos ou ondas de pulso eletromagnéticas. Para as aplicações de monitoramento de tráfego, os detectores emitem as ondas a tempos regulares, para a superfície do pavimento e quando os ecos retornam ao sensor, o mesmo irá conhecer a distância entre ele e o pavimento, a partir do tempo que o eco levou para chegar ao equipamento. Quando as ondas atingem um veículo, a distância medida será menor e esse dado irá significar a presença de um veículo (Figura 2.15).



Fonte: Adaptado de FHWA(2007)

Figura 2.15 - Exemplos de funcionamento e montagem de sensores ultrassônicos

Eles podem ser montados de duas formas: sobre a via para medições verticais ou ao lado da via para medições horizontais, como está exemplificado na Figura 2.15. Não é necessária a instalação de vários sensores para a medição da velocidade dos veículos. E também alguns modelos oferecem a possibilidade de monitoramento de múltiplas faixas.

2.2.9 Acústicos

Os detectores acústicos são sensores capazes de detectar através de microfones os sons produzidos pela aproximação e distanciamento dos veículos. Quando um veículo se aproxima da zona de detecção, um aumento no som ambiente é detectado pelos algoritmos do equipamento de controle e a detecção é iniciada. Quando o veículo se afasta da zona de detecção, o nível de ruído diminui e o sinal de presença é finalizado. O tamanho da zona de detecção é determinado pela frequência da banda de processamento e pela geometria da instalação dos microfones e dos sensores (Figura 2.16).



Fonte: FHWA(2007)

Figura 2.16 - Exemplo de sensor acústico montado na lateral da via

Eles devem ser utilizados somente em locais onde o movimento de veículos é quase que contínuo, ou seja, ele não é capaz de identificar os veículos que por ventura possam parar e tornar a acelerar dentro da zona de detecção. Assim a instalação em locais onde haja freqüentes congestionamentos não é indicada. Este tipo de detector também não é indicado para detectar veículos que não emitem ou emitem um ruído muito baixo, como por exemplo, veículos não motorizados ou veículos movidos a eletricidade, que estão entrando gradualmente no mercado.

2.3 Comparação entre as tecnologias de detectores veiculares

O FHWA fornece em seu relatório (FHWA, 2007) um quadro-resumo das vantagens e desvantagens da utilização de cada tecnologia de detector, de acordo com suas características. Será mostrado na Tabela 2.3 a compilação deste quadro-resumo com os itens de maior relevância para cada tipo de detector.

Tabela 2.3 - Vantagens e desvantagens de cada tecnologia de detector

Tecnologia de detector	Vantagens	Desvantagens
Laços indutivos	▪ Coleta dados básicos sobre o tráfego ▪ Tecnologia com larga experiência ▪ Possui uma acuracidade maior que outros sensores para a contagem de veículos. ▪ Insensível a variantes climáticas como chuva, neve ou nevoeiro.	▪ A instalação necessita de cortes no pavimento (instalação invasiva) ▪ A instalação e a manutenção requerem a interdição do local. ▪ Os cabos que formam o laço se deterioram por causa de tráfego intenso e pela variação de temperatura. ▪ A acuracidade da detecção depende da instalação de vários sensores em conjunto.
Magnéticos / Magnetômetros	▪ Podem ser usados onde não é possível cortar o pavimento, como por exemplo pontes. ▪ Menos suscetíveis a danos devidos ao tráfego intenso.	▪ Somente detectam veículos parados quando se utiliza processamento de sinal em conjunto.
Piezoelétricos	▪ Utilização indicada para pesagem de veículos.	▪ Acuracidade limitada para outras variáveis de tráfego como por exemplo, contagem volumétrica e velocidade. ▪ A instalação necessita de cortes no pavimento (instalação invasiva)
Tubos pneumáticos	▪ Altamente portátil, pois a instalação não necessita de cortes no pavimento. ▪ Pode monitorar múltiplas faixas de tráfego simultaneamente.	▪ A acuracidade diminui em locais onde o tráfego é intenso.

(continuação Tabela 2.3)

Tecnologia de sensor	Vantagens	Desvantagens
Processadores de imagens de vídeo	▪ Pode monitorar múltiplas faixas de tráfego simultaneamente. Facilidade de alteração nas zonas de detecção. ▪ Maior gama de dados coletados que outros sensores.	▪ A operação pode ser afetada por chuva, nevoeiro ou neve intensos, ou por sombras de outros veículos. ▪ Requer a instalação a pelo menos 9m de altura do pavimento para uma maior acuridade na medição algumas variáveis. ▪ Necessita que a via seja iluminada para operar durante a noite ou quando a luminosidade estiver baixa.
Radar Microondas	▪ É capaz de medir diretamente a velocidade sem a necessidade de instalação de vários sensores. ▪ Pode monitorar múltiplas faixas de tráfego simultaneamente.	▪ Se utilizar a tecnologia Doppler não é capaz de identificar veículos parados.
Infravermelhos ativos	▪ Pode monitorar múltiplas faixas de tráfego simultaneamente. ▪ São capazes de criar várias zonas de detecção sem a necessidade de instalação de vários sensores.	▪ A operação pode ser afetada por nevoeiros ou neve intensos.
Infravermelhos passivos	▪ São capazes de criar várias zonas de detecção sem a necessidade de instalação de vários sensores.	▪ A operação pode ser afetada por chuva, nevoeiro ou neve intensos. ▪ Alguns modelos não detectam a presença de veículos.
Ultrassônicos	▪ Capaz de medir a altura dos veículos ▪ Pode monitorar múltiplas faixas de tráfego simultaneamente.	▪ Mudanças bruscas de temperaturas e turbulências afetam a operação.
Acústicos	▪ Insensíveis à chuva ▪ Alguns modelos podem monitorar múltiplas faixas de tráfego simultaneamente.	▪ Baixas temperaturas podem afetar a operação ▪ Não detectam veículos em movimento anda-para. ▪ Não detectam veículos não motorizados ou com baixa emissão de ruído, como os veículos movidos a eletricidade.

Fonte: Adaptado de FHWA (2007)

2.4 Resumo

Neste capítulo foram apresentados os conceitos básicos dos sistemas de controle de tráfego, incluindo suas principais funções, a evolução das tecnologias dos sistemas ao longo dos últimos anos, bem como as partes que compõem e interagem com os mesmos.

Seguindo, foram apresentadas as tecnologias disponíveis no mercado mundial em relação aos dispositivos para a detecção de veículos, que formam a base de tecnológica de apoio dos sistemas de controle de tráfego, a partir das informações publicadas no catálogo da FHWA, órgão de referência mundial na administração de tráfego (FHWA, 2007). No final do capítulo foi apresentada uma tabela resumo com as principais vantagens e desvantagens de cada tipo de dispositivo. Porém, nem todos os tipos de detectores veiculares listados estão presentes nos sistemas de controle de tráfego utilizados nas cidades brasileiras, em função das particularidades do nosso tráfego em comparação com os demais países.

No próximo capítulo serão introduzidos alguns conceitos sobre a variável velocidade e logo após, a presente dissertação dará ênfase aos detectores veiculares utilizados no Brasil para a medição de velocidade, bem como ao funcionamento dos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade dos veículos, que é o seu principal objetivo.

3. UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA DE VELOCIDADE NO BRASIL

3.1 Introdução

Velocidade é o conceito físico que representa a relação entre o tempo e a distância percorrida por um determinado objeto. Em tráfego, esse objeto são os veículos ou os pedestres. Com o avanço tecnológico automotor, os veículos começaram a imprimir velocidades cada vez maiores, fazendo com que essa variável seja extremamente relevante ao ambiente e à segurança viária. Sendo o trânsito uma negociação permanente e conflituosa do espaço físico (Porto, 1991 *apud* Kraus, 1997), o aumento da velocidade faz com que a segurança entre os diversos atores presentes no ambiente viário seja extremamente prejudicada, já que há uma relação direta entre velocidade alta x gravidade dos conflitos. Isto pode ser comprovado pelo fato de que a dificuldade para reagir às situações de risco (frear ou realizar uma manobra) é diretamente proporcional à velocidade.

Conhecer e estudar a variável 'velocidade' é um fator relevante aos estudos e operações em engenharia de tráfego. Portugal (1984) agrupa várias atividades nessas áreas, nas quais a velocidade é fator relevante, como por exemplo:

- a) Em projetos de infra-estrutura e controle de tráfego.
- b) No monitoramento de tráfego, para prevenção e identificação de riscos potenciais de acidentes.

Pereira *et al.* (2005) definem a divisão de algumas tarefas em níveis de planejamento, tarefas estas que podem utilizar a variável velocidade como parâmetro para suas execuções, conforme mostrado na Tabela 3.1.

Além de ser um parâmetro para os estudos em tráfego, a velocidade é antes de tudo um fator determinante na operação da via. Por isso a variável velocidade pode ser classificada em três tipos (ASSHTO *apud* Cupolillo, 2006):

- a) Velocidade de Projeto: Velocidade máxima de segurança sobre uma seção específica da via em condições favoráveis.
- b) Velocidade de Operação: Velocidade máxima que os veículos trafegam sob condições favoráveis de clima e de tráfego sem ultrapassar o limite máximo da via.

- c) Velocidade Regulamentada: Velocidade imposta pelo órgão gestor através de sinalização ou imposta pela legislação de acordo com o tipo da via, com a finalidade de fornecer a devida segurança aos usuários (motoristas e pedestres), e ao mesmo tempo fornecer condições adequadas para a fluidez.

Tabela 3.1 - Atividades relativas aos diferentes níveis de planejamento

Níveis de Planejamento		
Estratégico	Tático	Operacional
• Modificações no sistema viário existente • Ampliação do sistema viário com a construção de novas vias • Investimentos nos sistemas de transportes coletivos • Macro simulações na rede de tráfego • Políticas públicas voltadas à educação e segurança no trânsito • Políticas públicas de aumento da mobilidade urbana.	• Projetos geométrico de vias • Projetos de sinalização • Projeto de controle eletrônico do tráfego • Micro simulações na rede de tráfego.	• Avaliação das condições de tráfego em áreas específicas • Informação aos usuários • Aplicação e operação de equipamentos de controle de tráfego. • Operação de equipamentos de controle de velocidade.

Fonte: Adaptado de Pereira *et al.* (2005).

Caso a via não possua nenhuma regulamentação limitando a velocidade máxima permitida para o local, o artigo 61 do C.T.B. (Brasil, 1997) determina que, dependendo da sua hierarquização, deve ser adotado pelos veículos um padrão de velocidade máxima, conforme Tabela 3.2:

Tabela 3.2 - Velocidade máxima determinada pelo C.T.B. por tipo de via onde não houver sinalização regulamentar

HIERARQUIZAÇÃO DAS VIAS		TIPOS DE VEÍCULOS	VELOCIDADE MÁXIMA
Urbanas	Trânsito rápido	Todos	80 Km/h
	Arteriais	Todos	60 Km/h
	Coletoras	Todos	40 Km/h
	Locais	Todos	30 Km/h
Rurais	Rodovias	Automóveis, camionetas e motocicletas	110 Km/h
		Ônibus e micro-ônibus	90 Km/h
		Demais veículos	80 Km/h
	Estradas	Todos	60 Km/h

3.2 Controle de velocidade

A legislação e a sinalização viária regulamentam a velocidade máxima permitida para uma via ou para um trecho dela. A partir disso, prevê-se que os veículos trafeguem abaixo da velocidade regulamentada para a mesma. Mas não há garantia que os motoristas respeitem esse limite somente por respeito à sinalização e à legislação. Por isso, os dispositivos de controle e de redução da velocidade foram criados para que a velocidade dos veículos seja adequada às características operacionais das vias (Lopes, 2006). Estes dispositivos podem ser classificados da seguinte forma:

- a) Controles físicos: são aqueles que, ao alterarem a geometria da via, induzem à redução de velocidade ou mesmo limitam efetivamente essa redução. Assim temos:
 - i. Técnicas de moderação de tráfego: estas técnicas, comumente utilizadas na Europa e recentemente introduzidas no Brasil, visam através de alterações físicas recuperar a qualidade de vida nas vias que sofreram mudanças em suas características em função da velocidade e do volume de tráfego (Kraus, 1997 *apud* Cupolillo, 2006) , como a instalação de lombadas de seção reta, almofadas anti-velocidade, “chicanes”¹, ilhas divisórias de pista, ondulações transversais, sonorizadores, dentre outros. As almofadas anti-velocidade possuem uma característica única de causar uma interferência menor no tráfego de veículos pesados, como ônibus e veículos de emergência. Porém estas técnicas foram criadas inicialmente para serem aplicadas em vias locais (Kraus, 1997), não sendo indicadas para vias com hierarquização superior. Ainda assim estão sendo utilizadas nas cidades brasileiras em vias coletoras e até arteriais.
 - ii. Ondulações transversais (popularmente chamados de “quebra-molas” ou “redutores de velocidade”): Estes dispositivos quando instalados na via fazem com que todos os veículos, independente de seu tipo e características, tenham que reduzir sua velocidade em um determinado ponto da mesma. Conforme a Resolução nº 039 do Contran (BRASIL, 1998), essas ondulações podem ser de dois tipos: o tipo I, com 1,5m de largura para serem utilizadas unicamente em vias locais onde não circulem linhas regulares de transporte coletivo; e o tipo II, com 3,70m de largura

¹ Estreitamentos implantados alternadamente de cada lado de uma via, em curvas sucessivas, induzindo à redução da velocidade.

que podem ser utilizadas em rodovias, vias coletoras e vias locais. Estas regras de aplicação, além de outras também definidas mesma Resolução, também não são cumpridas nas cidades brasileiras.

- iii. Sonorizadores: são pequenas ondulações sucessivas que visam alertar aos motoristas quanto à necessidade de redução de velocidade, quando os veículos passam sobre eles. Estes dispositivos, de acordo com a Resolução nº 39 do Contran (BRASIL, 1998), só podem ser utilizadas em vias urbanas onde não haja edificações lindeiras e em rodovias de forma temporária, a fim de alertar sobre obras na pista.
- b) Controles eletrônicos: com o avanço tecnológico, várias opções de dispositivos eletrônicos surgiram para realizar o controle da velocidade dos veículos. Esses equipamentos têm por função induzir que os motoristas respeitem o limite de velocidade imposto para um determinado trecho de via pela verificação da velocidade real nos quais os veículos estão trafegando e pelo registro automático da infração de excesso de velocidade, caso ela ocorra. Esse tipo de controle será detalhadamente discutido no próximo subitem.

Existe um grande desafio na utilização correta dos dispositivos de controle de velocidade nas vias, que é o de equilibrar duas diretrizes de tráfego inversamente proporcionais: a mobilidade e a segurança viária. Assim, a diferença mais importante entre os controles físicos e os controles eletrônicos de velocidade é que os últimos não interferem na fluidez do tráfego de veículos. Enquanto que os controles físicos reduzem a velocidade dos veículos para em média 12 Km/h (Akshino, 2004), os controles eletrônicos induzem a redução para qualquer faixa de velocidade requerida, além de não interferirem no tráfego de veículos pesados, como por exemplo ônibus e caminhões, e também de veículos de emergência, fato que ocorre com a maioria dos dispositivos físicos de controle de velocidade dos veículos.

Existem vários estudos que comprovam que a utilização de dispositivos físicos de controle de velocidade é prejudicial, a todos os veículos que trafegam por ele, gerando atrasos e, conseqüentemente, perda de eficiência econômica, tanto para veículos de transporte individual (Akishino, 2004), quanto para veículos de transporte coletivo (Barbosa e Piovezan, 1992).

A título de exemplo da influência dos dispositivos físicos de controle de velocidade em cidades de pequeno porte com base em dados mais recentes, foi realizado um estudo na cidade de Petrópolis, no ano de 2008 pela CPTrans (Companhia Petropolitana de Trânsito e Transportes), órgão gestor do tráfego na cidade. Este estudo quantificou o atraso sofrido pelos veículos de transporte coletivo que trafegam pelas vias onde existam redutores de velocidade.

Para o estudo, obtiveram-se as médias de tempo de passagem para três tipos de veículos (automóvel, caminhão e ônibus) dentre as quatro situações de instalação de redutores de velocidade: redutor e lombadas em vias com 50Km/h de velocidade máxima; redutor e lombadas em vias com 60Km/h de velocidade máxima. A partir destas médias, elaborou-se uma micro-simulação em planilha eletrônica, baseado na teoria de filas (Novaes, 1975), para estimar o atraso médio sofrido pelos veículos de que trafegam por vias onde existem redutores de velocidade e consequentes formações de filas e congestionamentos. Para a execução das micro-simulações, o objeto de estudo foi a rota Centro x Posse, cujo eixo composto pela Estrada União e Indústria, Rua Doutor Hermogênio Silva e Avenida Barão do Rio Branco, foram a principal ligação entre os cinco distritos municipais de Petrópolis.

Nesta rota existem atualmente 45 redutores de velocidade ao longo dos seus 40Km de extensão e as velocidades máximas permitidas são de 60Km/h para a Estrada União e Indústria e 50Km/h para as demais vias, sendo 11 lombadas de seção reta (Tipo II) e 34 redutores (Tipo I). Após rodar as simulações inúmeras vezes, verificou-se que o atraso médio total é de 13 minutos para as linhas que fazem o transporte coletivo trafegando na referida estrada, em apenas um sentido. Ou seja, durante uma viagem completa (ida e volta) para as linhas radiais que trafegam pelo rota, existe um atraso médio total de 26 minutos no percurso devido apenas à existência dos redutores de velocidade. Esse atraso poderia ser reduzido, caso houvesse dispositivos para a redução de velocidade que não afetassem os veículos de grande porte.

Apesar do aumento na segurança viária naquela via, com a redução de acidentes comprovada, este atraso vem promovendo um aumento do custo operacional das empresas que operam as linhas que trafegam por aquela via, e também promove uma queda no nível de serviço do transporte coletivo e também do tráfego em geral, que é afetado pelas filas e congestionamentos formados nos horários de pico.

Por isso, existe atualmente no município de Petrópolis, uma diretriz que proíbe a instalação de novos redutores e propõe a substituição de redutores de velocidade existentes por outros dispositivos menos impactantes em locais onde não houver a real necessidade de redução de velocidade. Este é apenas um exemplo do que está acontecendo em todo o país: os municípios estão migrando nos últimos anos para a instalação de dispositivos que interfiram menos na fluidez do tráfego e na mobilidade urbana e que ao mesmo tempo possam garantir mais segurança, sem provocar aumento no número ou gravidade dos acidentes.

Assim, observa-se uma contínua tendência na aplicação e atualização da tecnologia empregada nos equipamentos de fiscalização eletrônica de infrações. Com esses equipamentos é possível ampliar significativamente as áreas de monitoramento do trânsito para identificar e penalizar os infratores. Além disso, para proporcionar maior eficácia no controle das infrações de motoristas, verifica-se também uma tendência de emprego intensivo de equipamentos capazes de monitorar a velocidade dos veículos, ou seja, os equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade, popularmente denominados por “Pardais” ou por “Radares”.

Vale ressaltar que a utilização dos controles eletrônicos de velocidade não é indicada em situações onde a redução da velocidade é necessária a todos os tipos de veículos e onde essa velocidade tenha de ser efetivamente reduzida, como por exemplo, em locais onde haja travessias ou circulação intensa de pedestres e/ou de veículos não motorizados.

3.3 Equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade

Desde o ano de 1992, as cidades brasileiras vêm utilizando os equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade (FEV) como medida alternativa à instalação de dispositivos físicos de controle e redução de velocidade. Mas somente após a promulgação do CTB, em 1997, o uso dos equipamentos de FEV começou a ser disseminado e ampliado (Lopes, 2006).

Os equipamentos de FEV têm como objetivo principal realizar a medição da velocidade dos veículos que trafegam pelo local onde estão instalados a partir de detectores instalados na via e registrar sob a forma de imagem digital os veículos que trafegam acima da velocidade máxima estabelecida para o local. Essas imagens permitem identificar os veículos e servem de base para que os órgãos gestores e as

autoridades de trânsito autuem os infratores (Lopes, 2006). O fluxograma na Figura 3.1 mostra o funcionamento do sistema de autuações por equipamentos eletrônicos.

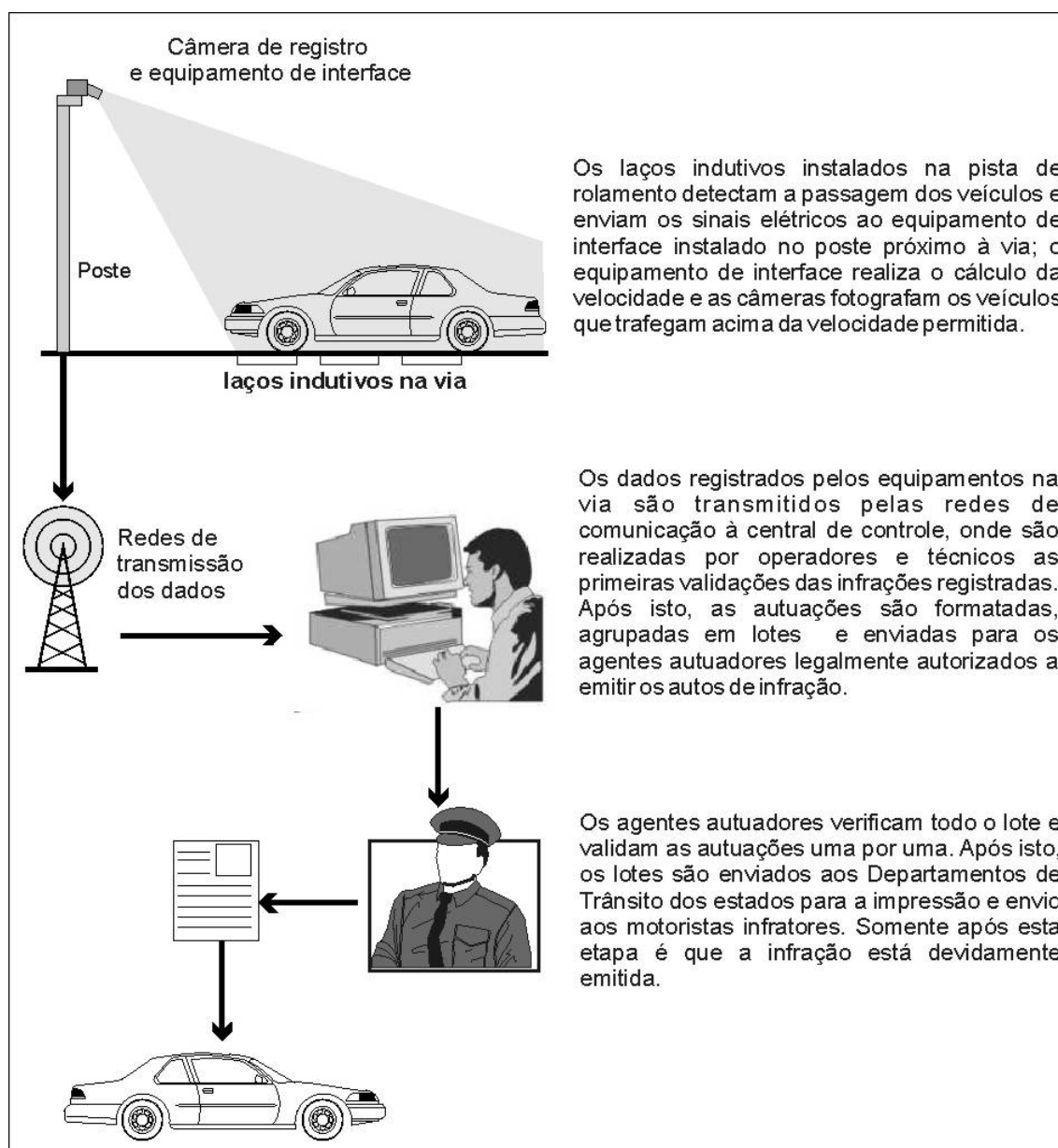


Figura 3.1 - Fluxograma de funcionamento do sistema de autuações de excesso de velocidade por equipamentos eletrônicos instalados nas vias.

Além da infração em relação ao excesso de velocidade, conforme regulamentado pelo art. 218 do CTB (BRASIL, 1997), há outros equipamentos com estrutura semelhante aos equipamentos de FEV que têm por objetivo registrar outros tipos de infrações, como por exemplo:

- a) Avanço de sinal vermelho, conforme regulamentado pelo Art.208 do CTB;

- b) Parada sobre faixa de travessia de pedestres, conforme regulamentado pelo Art.183 do CTB;
- c) Retorno proibido, conforme regulamentado pelo Art.206 do CTB;
- d) Conversão proibida, conforme regulamentado pelo Art.207 do CTB;
- e) Veículo em situação legal irregular (veículo roubado e/ou com o licenciamento irregular).
- f) Veículos trafegando em locais, faixas e horários não permitidos pela legislação e sinalização local.

Existe uma página de internet “Mapa Radar” (Maparadar, 2010), que centraliza as informações de localização e quantidade dos equipamentos de fiscalização eletrônica de infrações nas cidades brasileiras, incluindo todos os tipos de infrações listadas anteriormente. Segundo esta página existem 9.640 equipamentos de fiscalização eletrônica de infrações (até agosto de 2010) em operação nas mesmas, sendo a maioria nas cidades de médio e grande porte.

Ainda assim, mesmo quase 20 anos após o início da utilização destes equipamentos, verifica-se que os critérios técnicos para o monitoramento do funcionamento destes dispositivos não foram regulamentados ou ainda são insipientes. A única exigência legal para atestar o correto funcionamento destes equipamentos é uma aferição anual dos equipamentos instalados nas vias. Esta aferição deve ser realizada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, ou entidade por ele acreditada, conforme resoluções CONTRAN nº165/04 (BRASIL, 2004) e 174/05 (BRASIL, 2005), e conforme portaria do INMETRO nº 156 (INMETRO, 2004) . Porém é possível que haja durante o período de 01 (um) ano a ocorrência de inúmeras falhas, que podem passar despercebidas tanto pelas empresas operadoras, quanto pelos órgãos gestores. Segundo a revisão bibliográfica, existe a preocupação com os procedimentos e normas para a instalação dos equipamentos de FEV. Porém, em relação a procedimentos de monitoramento contínuo da operação destes dispositivos, essa mesma preocupação não existe, pois não foram encontrados na bibliografia nacional e internacional trabalhos específicos com este propósito.

3.4 Catalogação dos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade utilizados no Brasil

De acordo com pesquisa efetuada junto ao INMETRO, órgão federal que tem por responsabilidade atestar e registrar os diversos modelos e marcas de equipamentos

de fiscalização eletrônica de infrações no país, foi elaborada uma compilação dos que são utilizados pelos municípios, com suas características, bem como as resoluções que permitem seu funcionamento, conforme pode ser verificado no Apêndice I. Nesta compilação pode-se verificar a existência de 57 (cinquenta e sete) tipos ou marcas destes equipamentos, que são instalados e operados por 28 empresas. Cada um deles pode utilizar um ou dois tipos de dispositivos de detecção, sendo o mais utilizado os laços indutivos, conforme demonstrado na Figura 3.2.

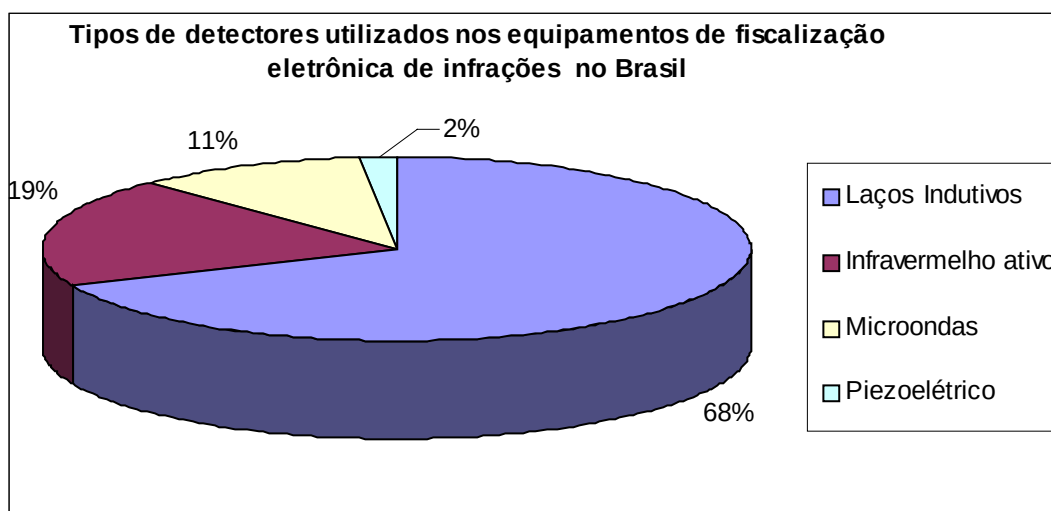


Figura 3.2 - Tipos de detectores utilizados nos equipamentos de fiscalização eletrônica de infrações instalados no Brasil

Em relação à função de fiscalização eletrônica de velocidade, os equipamentos utilizam detectores do tipo laço indutivo, infravermelho ativo e microondas. E são classificados aqui no Brasil como: “Fixos”, “Estáticos”, “Móveis” e “Portáteis”, conforme determina a Resolução do Contran nº146 (BRASIL, 2003):

- “Fixos” são aqueles que instalados nas vias em caráter permanente. Utilizam detectores veiculares do tipo laços indutivos, infravermelhos ativos ou piezoelétricos.
- “Estáticos” são equipamentos instalados em veículos parados ou em suporte (tripés), e não tem um local fixo ou permanente de operação. Utilizam detectores veiculares do tipo infravermelhos ativos e microondas (também conhecidos como *doppler*).
- “Móveis” são semelhantes aos “estáticos”, porém instalados em veículos em movimento, realizando medições ao longo da via.

- d) “Portáteis” são semelhantes a grandes pistolas, que direcionadas manualmente aos veículos alvos, realizam as medições. Utilizam detectores veiculares do tipo infravermelhos ativos e microondas.

Com relação aos modelos utilizados no Brasil, os modelos mais produzidos pelos fabricantes e mais utilizados pelos municípios são os “Fixos”, conforme pesquisas nas páginas de Internet oficiais das empresas, conforme mostrado nas figuras 3.3A, 3.3B, 3.3C e 3.3D.

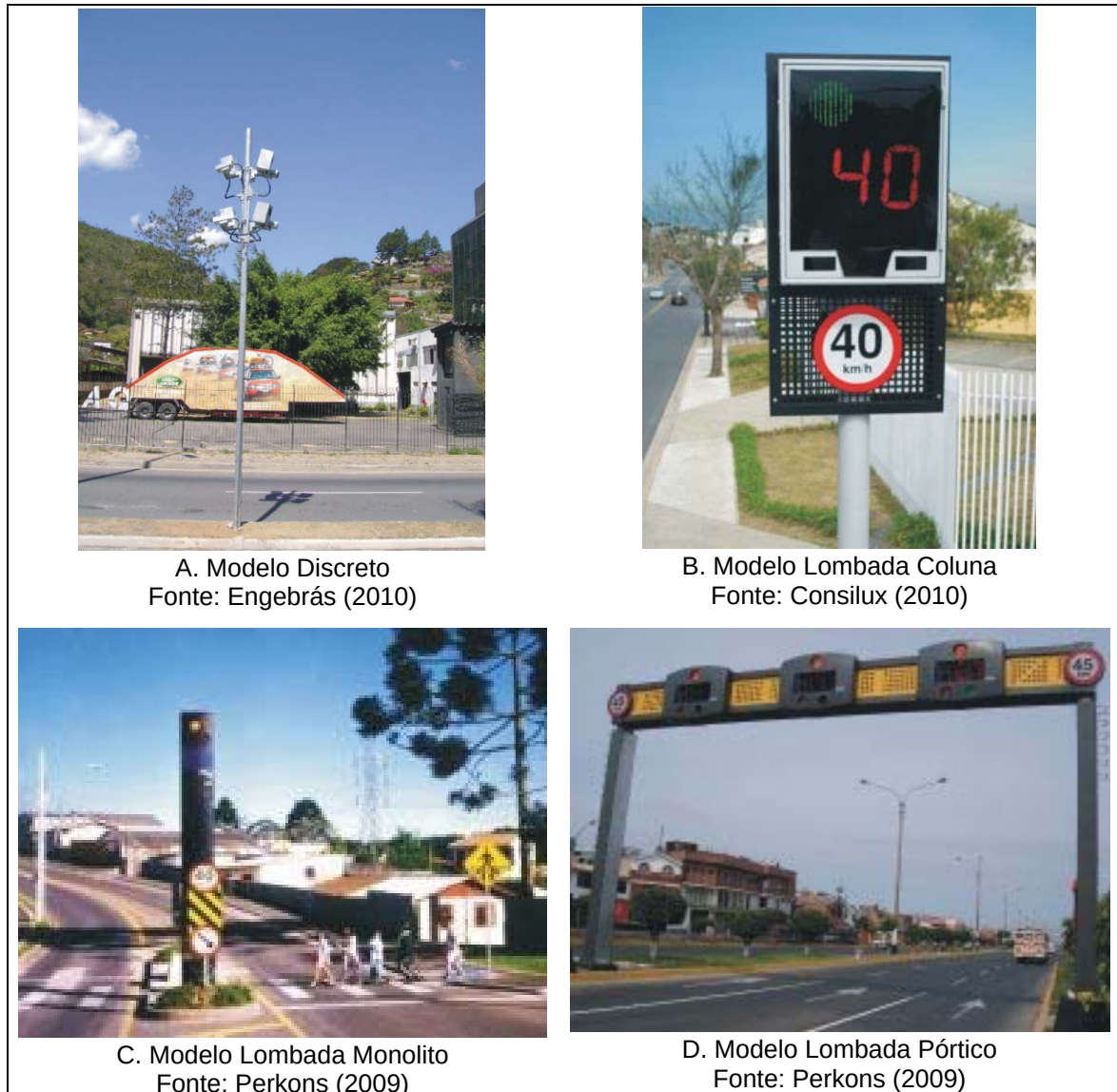


Figura 3.3 - Modelos de equipamentos de FEV utilizados no Brasil

Assim, sendo para este trabalho, os equipamentos de FEV que servirão de base para os estudos de caso e o desenvolvimento do sistema especialista serão os do tipo fixo, que utilizam os laços indutivos como forma de detecção de veículos. Esta escolha se deve ao fato de que estes aparelhos possuem um histórico maior e mais consistente

de dados coletados, em função de seu caráter permanente de instalação em um local definido. Isto não quer dizer que o mesmo não seja aderente a outros tipos de equipamentos de FEV, porém para tal será necessário a realização de outros estudos para a definição correta e ajustes nos parâmetros do sistema especialista proposto.

Além da pesquisa junto ao INMETRO, foram efetuadas também pesquisas junto aos órgãos gestores para avaliar a forma que estes equipamentos estão sendo utilizados nos municípios do Brasil e entrevistas junto às empresas prestadoras de serviços de fiscalização eletrônica de infração para avaliar a modo de prestação destes serviços, sendo estas pesquisas e entrevistas detalhadas nos dois próximos sub-itens.

3.4.1 Pesquisa junto aos órgãos gestores do tráfego

O objetivo da pesquisa junto aos órgãos gestores e municípios foi investigar como as tecnologias para os sistemas de controle de tráfego disponíveis no mercado brasileiro estão sendo empregadas, focando principalmente nos tipos de detectores de veículos motorizados (DVM's), e após executar uma breve avaliação, afim de que seja possível sugerir um melhor e maior aproveitamento destes equipamentos.

A pesquisa junto aos órgãos gestores foi feita com alvo nos detectores de veículos motorizados (DVM), independente da função que são utilizados. A pesquisa foi levada a efeito da seguinte forma:

- a) Envio de questionários eletrônicos, cujo público alvo foram os órgãos gestores das principais capitais de estado brasileiras. Das 23 capitais, foram escolhidas as cidades: São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, Belo Horizonte, Aracaju, Salvador e Fortaleza. Estas cidades foram escolhidas pelo seu porte e pelo uso em grande escala de sistemas de controle de tráfego, incluindo aí, os equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade. Além destas cidades, foram incluídas duas cidades de médio porte - Macaé (RJ) e Petrópolis (RJ) - que também utilizam sistemas de controle de tráfego.
- b) Pesquisa nos portais da Web dos órgãos gestores para as cidades que não responderam ao envio dos questionários eletrônicos e para as cidades às quais o questionário não pode ser enviado.

Pelo questionário eletrônico que foi elaborado com base na catalogação de equipamentos do Capítulo 2 deste estudo e cuja cópia está no Apêndice II, foram indagados os seguintes quesitos aos órgãos gestores:

- a) Tipos de sistemas de controle de tráfego utilizados nas cidades (fiscalização eletrônica, controle de semáforos, informação ao usuário e monitoramento do tráfego);
- b) Tipos e quantidade de detectores de veículos motorizados (DVM) utilizados nos sistemas indicados (laços detectores, infravermelhos ativos, câmeras de vídeo, acústicos, ultrassônicos, magnéticos, magnetômetros, microondas e infravermelhos passivos). A lista de DVMs foi baseada no sumário de equipamentos disponibilizado pela Federal Highway Administration, órgão de pesquisa referência dos Estados Unidos (FHWA, 2007) ;
- c) Dados e variáveis de tráfego coletados pelos DVMs (volume de veículos, velocidade dos veículos, classificação por porte, comprimento, presença, taxa de ocupação da via e placas dos veículos);
- d) Áreas e níveis de planejamento onde os dados coletados são utilizados (estratégico, tático e operacional).

Para as cidades que não responderam ao questionário, pesquisou-se em editais de licitação (para Curitiba e Rio de Janeiro) e em portais WEB (São Paulo e Salvador) as informações disponíveis que pudessem ser utilizadas no questionário.

Assim, após a conclusão da pesquisa, obtiveram-se os seguintes resultados e avaliações:

- a) Com relação aos tipos de detectores: confirmou-se a preferência de utilização dos laços indutivos em comparação aos demais tipos oferecidos no mercado. Todas as nove cidades apontaram o uso deste tipo de detector de veículos.
- b) Com relação às variáveis e informações coletadas, os órgãos gestores listaram as seguintes:
 - i. Velocidade dos veículos
 - ii. Volume dos veículos
 - iii. Classificação dos veículos por porte: pequeno, médio e grande
 - iv. Taxa de ocupação da via
 - v. Intervalo de tempo entre veículos (headway)
 - vi. Distância entre veículos
 - vii. Placas dos veículos para alimentar matrizes OD.
- c) Com relação à utilização dos detectores, as variáveis coletadas por eles são utilizadas nas seguintes funções:
 - i. Fiscalização eletrônica de infrações

- ii. Controle semafórico
- iii. Informações aos usuários (presença de congestionamentos, tempos de viagem, etc.)

Além das informações levantadas pela pesquisa, alguns fatos devem ser levados em consideração:

- a) Nenhum órgão ou município que respondeu à pesquisa forneceu a quantidade de detectores instalados por categorização de vias (arteriais, locais, vias rápidas, etc.).
- b) Nenhum órgão ou município que respondeu à pesquisa informou se utiliza as informações obtidas pelos detectores em níveis de planejamento estratégico, como por exemplo, elaboração de planos setoriais de transportes e planos viários.

Assim, conclui-se que os municípios e órgãos gestores estão investindo em novas tecnologias para o controle de tráfego e em especial para a fiscalização eletrônica de infrações. Porém, apesar destes investimentos, os equipamentos de FEV:

- a) Não possuem uma metodologia sólida de instalação, apesar de existir legislação e normatizações para tal.
- b) Não são utilizadas em todo o seu potencial, causando um desequilíbrio no custo x benefício.

3.4.2 Entrevista junto às empresas prestadoras de serviços de fiscalização eletrônica de infrações

A entrevista levada a efeito com técnicos das empresas pessoalmente ou via telefone, teve como objetivo investigar como as empresas estão prestando seus serviços aos órgãos gestores, bem como avaliar como estes serviços são fiscalizados.

As empresas entrevistadas foram a Engebrás, Consilux e a Fotosensores. As duas primeiras empresas foram entrevistadas diretamente, e a Fotosensores foi entrevistada através da empresa Trigonal Engenharia, que é sua empresa representante no Rio de Janeiro.

A entrevista foi do modo não-estruturado, ou seja, não havia perguntas formuladas inicialmente, mas apenas quesitos principais que deveriam ser questionados, na medida do desenvolvimento da mesma. Esses quesitos foram:

- a) Sistema de remuneração pelos serviços prestados.

- b) Sistemas de relatórios e emissão de multas.
- c) Sistemas de controle dos equipamentos (supervisão do sistema).

Com base nestes quesitos, obteve-se as seguintes informações:

- a) As empresas possuem bancos de armazenamento dos dados coletados referentes às variáveis de tráfego, sendo estes dados repassados aos órgãos gestores e municípios na forma de relatórios sumarizados impressos ou informatizados, com gráficos e dados estatísticos (porcentagens, médias, etc.), de acordo com as necessidades de cada cliente ou órgão gestor.
- b) As empresas possuem formas manuais de verificação das multas aplicadas, e após esta primeira verificação, as multas são validadas pelos agentes ou guardas com poder de autuação em cada órgão gestor ou município, para posterior emissão e envio aos infratores.
- c) As empresas possuem sistemas de verificação de falhas primárias nos equipamentos de FEV, como por exemplo, falta de energia, falha no sistema de comunicação, queima de componentes, etc.
- d) Somente a cidade de Curitiba utiliza métodos de medições de eficiência dos equipamentos de FEV, para posterior remuneração com base nos valores medidos. Isto sugere que a grande parte dos municípios que utilizam os serviços de fiscalização eletrônica de infrações, não possuem uma metodologia para o acompanhamento da operação dos equipamentos.
- e) A maioria dos municípios utiliza a forma de remuneração por multa paga e não por equipamentos em funcionamento. De acordo com a entrevista, somente a cidade de Curitiba possui um contrato com esta forma de remuneração.

Com relação ao último item da listagem anterior, é necessário frisar que até o ano de 2002, a forma de remuneração atrelada à quantidade ou percentuais de multas aplicadas ou pagas era proibida, conforme o art. 19 da Resolução nº141 de outubro de 2002 (BRASIL, 2002). Porém esta resolução foi revogada no ano seguinte pela Resolução nº 146 de 27 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003). Outras resoluções posteriores (BRASIL, 2004; BRASIL, 2006; BRASIL, 2006a), alteram alguns itens da Resolução nº 146, porém em nenhuma delas a questão da remuneração dos serviços é regulamentada novamente.

3.5 Testes de confiabilidade e consistência dos dados de tráfego coletados pelos equipamentos de FEV – Estudo de caso – Cidade de Petrópolis - RJ

Como qualquer outro tipo de equipamento mecânico, elétrico ou eletrônico, os equipamentos de FEV são sujeitos a falhas primárias e secundárias. As falhas primárias são mais fáceis de identificar, pois quando ocorrem, os equipamentos param de funcionar. Alguns exemplos destas falhas são: falta de energia, falhas na comunicação, queima de componentes, rompimento dos laços detectores etc. As falhas secundárias são falhas oriundas do mau funcionamento ou instalação inadequada dos equipamentos de FEV. Estas falhas são mais difíceis de identificar, pois ficam mascaradas pela não paralisação do sistema, e a sua ocorrência pode acarretar graves prejuízos à confiabilidade da fiscalização e do controle.

Nishmoto (2006) apresenta algumas falhas secundárias que podem ocorrer com laços indutivos, e ele as cataloga em três tipos, com relação à instalação dos laços:

- a) Erros de detecção causados por veículos que trafegam na faixa adjacente (*splashover*);
- b) Indução causada pelo campo magnético de um laço indutivo próximo (*crosstalk*);
- c) Baixa sensibilidade para detecção de motocicletas.

Estes erros podem ser corrigidos com o uso de geometrias de laços mais adequadas às características do tráfego no local onde estão instalados. Porém é necessário que haja um correto planejamento para a instalação dos mesmos. Caso eles já estejam instalados, é de suma relevância que eles sejam monitorados para que eventuais erros sejam detectados e identificados, afim de que possa se propor e implementar outra solução.

As aferições requeridas pela Resolução do CONTRAN nº 146 (BRASIL, 2003) e regulamentada pela portaria do INMETRO nº 115 (INMETRO, 1998) não especifica testes para a identificação destes tipos de falhas. As aferições somente verificam as condições metrológicas dos equipamentos em relação à medição de velocidade. E caso haja alguma irregularidade na medição de velocidade dentro do intervalo de 365 dias, que é o intervalo máximo entre duas aferições, ou caso ocorra falhas como aquelas propostas por Nishmoto (2006), ela somente irá ser notada ou registrada caso haja um monitoramento técnico com testes de eficiência contínuos ou em menores intervalos de tempo em cada equipamento instalado.

A partir da propensão à ocorrência de falhas, ainda que esporádicas e/ou aleatórias, necessário se faz que os órgãos gestores e os municípios que contratam esse serviço possam fiscalizar corretamente o funcionamento dos equipamentos de FEV, que são operados por empresas terceirizadas, e estas podem não retratar ou registrar devidamente a falha e corrigi-la. A demora ou a falta do registro destas falhas podem acarretar em diversos erros, sendo os mais graves:

- a) Autuações e penalizações incorretas, acarretando em prejuízos financeiros e até morais aos usuários.
- b) Alimentação incorreta dos bancos de dados referentes às informações de tráfego, inserindo dados inválidos e inconsistentes, acarretando prejuízos ao controle e ao planejamento do tráfego.

Assim, não somente os órgãos gestores podem ser prejudicados pela não confiabilidade dos dados e informações coletados pelos equipamentos de FEV, mas também os usuários das vias, que ficam à mercê de receber penalizações injustas, e que na maioria das vezes não tem base técnica de conhecimento para recorrer legalmente contra estas penalizações.

O município de Petrópolis, no estado do Rio de Janeiro, possui uma rede de 36 pontos de fiscalização eletrônica de velocidade, e para este estudo foram escolhidos pelo menos cinco pontos de fiscalização, com 02 equipamentos por ponto para cada tipo de teste de confiabilidade, e assim verificou-se a ocorrência das seguintes falhas:

- a) Falhas na operação da fiscalização eletrônica de velocidade, no que diz respeito à medição errônea das velocidades dos veículos.
- b) Falhas na operação da fiscalização eletrônica, no que diz respeito à não fiscalização de um grande percentual de veículos. Isto pode ser devido à não detecção de veículos pela indevida operação do tráfego na via ou instalação não apropriada do equipamento.
- c) Falhas na coleta de dados secundários como categorização dos veículos, sendo que estas falhas podem ser decorrentes tanto da operação da via quanto da instalação não apropriada do equipamento para a coleta correta dos dados, já que este não é o objetivo principal do equipamento.

Um exemplo de falha comum que ocorre devido à operação incorreta da via onde o equipamento de FEV está instalado, é a não detecção dos veículos. As Figuras 3.4.A e 3.4.B mostram esse exemplo: na Figura 3.4.A. os veículos são corretamente detectados pelos laços, já que irão trafegar diretamente por cima dos mesmos. Já na

Figura 3.4.B. o veículo não será detectado, já que está trafegando fora da área de influência dos laços. Também pode ocorrer que o veículo seja detectado pelos dois conjuntos de laços, gerando uma contagem volumétrica duplicada.

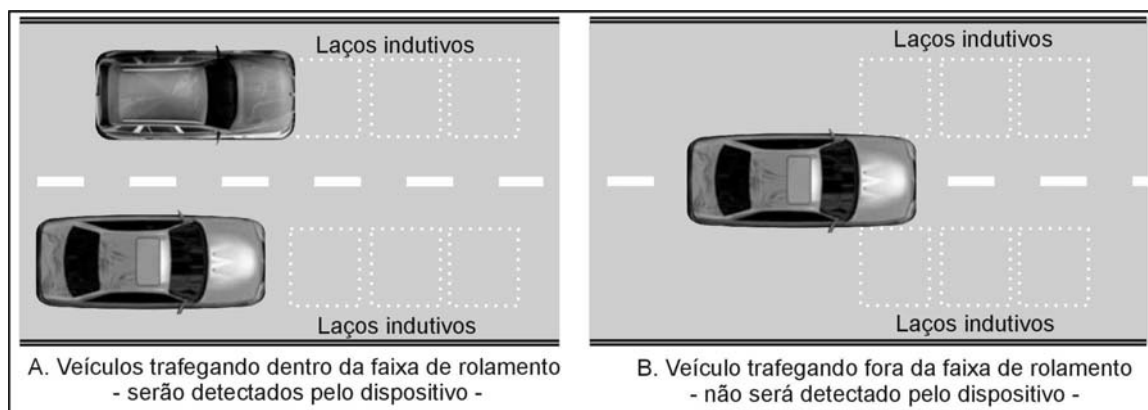


Figura 3.4 - Detecção de veículos por laços indutivos

Assim, nos próximos sub-itens serão mostrados os testes efetuados nos 10 equipamentos de FEV da cidade de Petrópolis escolhidos como amostra, para avaliar a propensão de ocorrências destes tipos de falhas. Estes testes são baseados nas características operacionais dos equipamentos de FEV e foram classificados em quatro tipos:

- Testes de não detecção de veículos: onde os detectores não conseguem detectar a presença ou passagem dos veículos.
- Testes de classificação errônea ou não classificação: onde os detectores não conseguem classificar os veículos pelo tipo ou porte (pequeno, médio e grande)
- Testes de medição errônea de velocidade: onde os equipamentos que fazem a coleta dos dados obtidos pelos detectores calculam ou registram incorretamente a velocidade dos veículos.
- Testes de não medição de velocidade: onde os detectores ou os equipamentos que fazem a coleta dos dados não conseguem registrar ou mensurar a velocidade dos veículos.

3.5.1 Testes de não detecção e de contagem duplicada

Para se ter uma noção de qual é o percentual de erro pela não detecção de veículos devido à operação de tráfego nos locais onde os equipamentos de FEV estão instalados, foram escolhidos cinco locais com características de tráfego e de geometria diferenciadas, que poderiam induzir à passagem freqüente de veículos fora

da faixa. Os locais estão relacionados na Tabela 3.3 e mostrados por fotos na Figura 3.5.

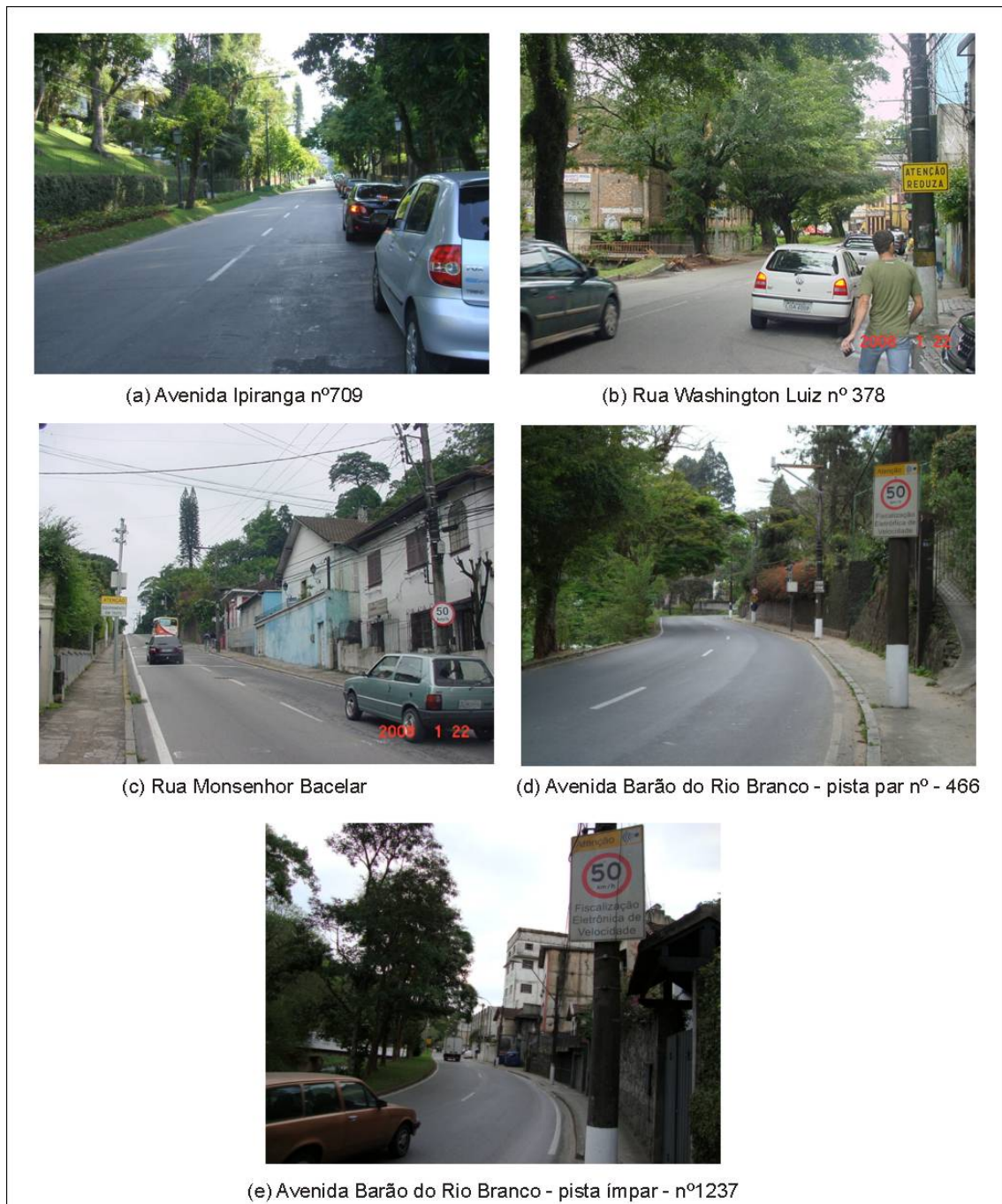


Figura 3.5 - Locais onde foram efetuados os testes de não detecção

Como pode ser visto, os locais das Figuras 3.5.a e 3.5.b são propensos à não detecção de veículos em virtude de haver estacionamento irregular em uma das pistas, o que induz aos motoristas trafegarem fora das faixas de circulação. Além destes locais, escolheu-se dois locais em curvas (Figuras 3.5.d e 3.5.e), que também

poderia induzir à circulação fora da faixa, e um local em reta (Figura 3.5.c), onde os veículos não são induzidos a trafegarem fora das suas faixas.

Nestes locais foram efetuadas contagens volumétricas manuais, utilizando técnicos com contadores mecânicos para armazenar os volumes por tipos, durante um dia atípico (uma quarta-feira do mês de maio) e durante os horários de 7h às 9h, de 11h às 13h e de 16h às 18h, que são os horários de pico de volume, para se comparar com as contagens volumétricas feitas pelos equipamentos de FEV, coletados através de laços detectores. Os resultados estão mostrados na Tabela 3.3 e confirmam a tese de que os locais onde o estacionamento irregular ocorre, os equipamentos de FEV apresentam uma taxa de erro de não detecção de veículos acima de 10% em comparação com as contagens manuais.

Tabela 3.3 - Comparação de contagens volumétricas manuais e pelos equipamentos de FEV.

Id's das máquinas (equipamentos)	Locais	Forma de contagem / Erro	Pico Manhã	Pico Tarde	Pico Noite
01 e 02	Ipiranga	Manuais	1279	2102	2721
		Equipamentos de FEV	1645	1875	1848
		erro (%)	-22.25	12.11	47.24
13 e 14	Washington Luiz	Manuais	3941	3746	3896
		Equipamentos de FEV	3291	2801	2980
		erro (%)	19.75	33.74	30.74
23 e 24	Monsenhor Bacelar	Manuais	2784	3371	3557
		Equipamentos de FEV	3026	3163	3834
		erro (%)	-8.00	6.58	-7.22
21 e 22	Barão do Rio Branco 1.237 Pista ímpar	Manuais	2630	2137	2254
		Equipamentos de FEV	2467	2104	2247
		erro (%)	6.61	1.57	0.31
07 e 08	Barão do Rio Branco 466 Pista Par	Manuais	2109	2157	2327
		Equipamentos de FEV	1916	2282	2701
		erro (%)	10.07	-5.48	-13.85

$erro = ((manuais / equipamentos\ FEV) * 100) - 100$

Se erro < 0 = porcentagem de veículos com contagem duplicada

Se erro > 0 = porcentagem de veículos não detectados

De acordo com os dados mostrados na Tabela 3.3, confirma-se a hipótese de ocorrência de falhas de não detecção (no caso dos erros positivos) e de contagem duplicada (para os erros negativos), o que significa que a contagem volumétrica dos equipamentos verificados não é confiável nem consistente. Esse tipo de situação pode ser minimizado utilizando-se linhas contínuas com tachas ou tachões no trecho próximo aos laços, para evitar que os veículos trafeguem fora da faixa, e coibir em conjunto a presença de elementos que forcem aos veículos saírem da sua faixa de circulação, como em alguns dos casos, o estacionamento irregular.

Infelizmente, nem sempre os municípios se preocupam com este tipo de situação, já que se pelo menos a maioria dos veículos estão sendo fiscalizados, o objetivo principal do equipamento já está sendo atingido. Mas em relação à utilização dos dados coletados para fins de planejamento, esta situação é inadmissível. Alguns trabalhos propõe a correção desta falha, como por exemplo propõe Zhong *et al.* (2004) estimando a quantidade de veículos não detectados a partir de redes neurais e técnicas de regressão linear. Porém o ideal é que haja a diminuição de erro do equipamento durante a coleta, e não a correção dos dados após a coleta. É necessário então que a ocorrência deste tipo de falha possa ser monitorada e que os municípios conheçam as soluções podem ser utilizadas para eliminar esta falha, como por exemplo reposicionar seus pontos de fiscalização e tratar a área no seu entorno com a melhoria da sinalização horizontal, como foi dito anteriormente. Assim a totalidade dos veículos, ou pelo menos um percentual mais próximo da totalidade, que trafegam pelos locais com equipamentos de FEV serão fiscalizados e inseridos nas estatísticas volumétricas dos mesmos.

3.5.2 Testes de classificação errônea e não classificação

Já que os dados levantados pelos equipamentos de FEV podem ser utilizados em diferentes níveis de planejamento, conforme mostrados anteriormente na Tabela 3.1, eles devem possuir atributos e serem suficientemente consistentes para a utilização nos projetos a serem elaborados. Assim, surgiu a necessidade de se realizar um segundo teste: o de categorização de veículos, que também é uma variável relevante ao planejamento de tráfego.

Para os testes de classificação errônea e de não classificação, tomou-se como base os mesmos locais e a mesma contagem volumétrica manual feita para os testes de não detecção, sendo o resultado mostrado na Tabela 3.4. Como os equipamentos de FEV em estudo classificam os veículos por porte (pequeno, médio, grande e motos) e como as contagens manuais classificaram os veículos pelos tipos (automóveis, caminhões, ônibus e motos), para realizar a comparação e os cálculos de erros, houve o seguinte agrupamento:

- a) Automóveis (manual) x veículos leves e médios (equipamentos de FEV)
- b) Caminhões e ônibus (manual) x veículos pesados (equipamentos de FEV)
- c) Motos (manual) x motos (equipamentos de FEV)

Como pode ser concluído a partir dos erros calculados e apresentados na Tabela 3.4, a classificação de veículos pesados - caminhões e ônibus - é muito precária (, bem

como a classificação de motos. Na verdade, a questão não se baseia somente na não-classificação (pois os índices de não-classificação não são tão altos assim), mas sim na não-detecção dos veículos, principalmente as motos.

Tabela 3.4 - Comparação das classificações de veículos entre os métodos manuais e automático pelos equipamentos de FEV.

Id's das máquinas (equipamentos)	Locais	Médias de erros entre os horários de pico (em %)			% de veículos não classificados
		Autos	Caminhões e ônibus	Motos	
01 e 02	Ipiranga	12,01	57,50	73,09	22,52
13 e 14	Washington Luiz	20,25	54,06	63,40	11,55
23 e 24	Monsenhor Bacelar	2,47	46,84	82,15	19,92
21 e 22	Barão do Rio Branco – nº 1207	8,33	-14,70	17,90	5,41
07 e 08	Barão do Rio Branco – nº 466	-5,31	43,21	74,21	9,97

Cálculos dos erros em relação aos métodos de contagem:

$\text{erro} = ((\text{Automóveis [manual]} / \text{Leves+Médios [equipamentos de FEV]} * 100) - 100$

$\text{erro} = ((\text{Caminhões} + \text{Ônibus [manual]} / \text{Pesados [Equipamentos de FEV]} * 100) - 100$

$\text{erro} = ((\text{Motos [Manual]} / \text{Motos [Equipamentos de FEV]} * 100) - 100$

Se erro < 0 = porcentagem de veículos com contagem duplicada

Se erro > 0 = porcentagem de veículos não detectados

As motocicletas tiveram uma taxa de erro muito superior às outras categorias. Dentre os equipamentos que foram testados, o caso daqueles instalados na Rua Monsenhor Bacelar é o mais crítico, pois neste local mais de 80% das motos que por lá trafegaram não foram detectadas. Isto se deve ao fato de que elas são mais versáteis na circulação pelas faixas de tráfego, e na maioria das vezes os motociclistas não obedecem às regras de trânsito, como por exemplo, ultrapassar somente pela esquerda e/ou não trafegar entre dois veículos. Esse erro se torna ainda mais grave em função da grande quantidade de motos em circulação nas vias brasileiras, já que frota deste tipo de veículos aumentou entre 2003 e 2010 em 165,18%, apresentando um crescimento superior ao aumento de frota de automóveis leves, como foi citado anteriormente no capítulo de introdução. Assim outra questão que deve ser levantada em estudos e regulamentos futuros seria o incentivo à utilização de tecnologias adequadas à detecção de motocicletas e suas respectivas medições de velocidade com erros mínimos, como propõe Nishmoto (2006). Para o caso em questão, ele propõe a utilização de laço indutivo com geometria do tipo '8' para a melhor classificação de motos (ver Tabela 2.2).

Assim, confirmou-se a ocorrência de falhas de não classificação nos equipamentos em testes. Também se conclui que estas falhas estão diretamente ligadas às falhas de

não detecção de veículos, pois se os veículos não são detectados, eles também não serão classificados.

3.5.3 Testes de medição de velocidade errônea.

Os laços detectores registram o momento de passagem dos veículos e os equipamentos de FEV realizam as medições de velocidade realizando o cálculo da velocidade a partir dos momentos registrados pelos laços instalados sequencialmente e das distâncias entre eles. Assim, o erro na medição é o tipo de falha mais difícil de ser testada, pois para isso, seria necessário que dois equipamentos de medição de velocidade estivessem funcionando simultaneamente no mesmo local e que as medições fossem devidamente referenciadas para serem depois comparadas.

Assim, em virtude da impossibilidade de se instalar dois equipamentos para o mesmo local, foram escolhidos dois locais em Petrópolis onde haja FEV para se realizar o monitoramento dos dados levantados e verificar alguma relevante distorção estatística nas medições de velocidade. Ou seja, a partir dos dados históricos dia a dia, durante um ano, verificar se durante o período houve alguma medição que estivesse muito fora da média aritmética e dos desvios médios absolutos nas medições de velocidades do local que pudessem sugerir um erro.

Para isso, tomou-se como base do estudo as medições de velocidade no ano de 2009 de dois dos locais já antes apresentados nos testes anteriores: a Av. Barão do Rio Branco 1237, com dois equipamentos (Máquinas 21 e 22) e a Rua Monsenhor Bacelar, também com dois equipamentos (Máquinas 23 e 24). Os resultados completos estão no Apêndice III, e os resultados gráficos estão mostrados nas Figuras 3.6 a 3.9.

Conforme pode ser visto pelos gráficos as curvas mensais das medições de velocidade durante o ano de 2009 apresentam uma baixa variância no caso das máquinas 21, 23 e 24. Já a máquina 22 apresenta altas variâncias nas suas curvas mensais, o que chama a atenção para um eventual erro nas medições. Então, tomaram-se mais algumas medições desta máquina para os anos de 2008 e para 2010, e verificou-se que durante os três anos de operação as curvas das medições de velocidade também apresentam altas variâncias, o que pode ser verificado no Apêndice III.

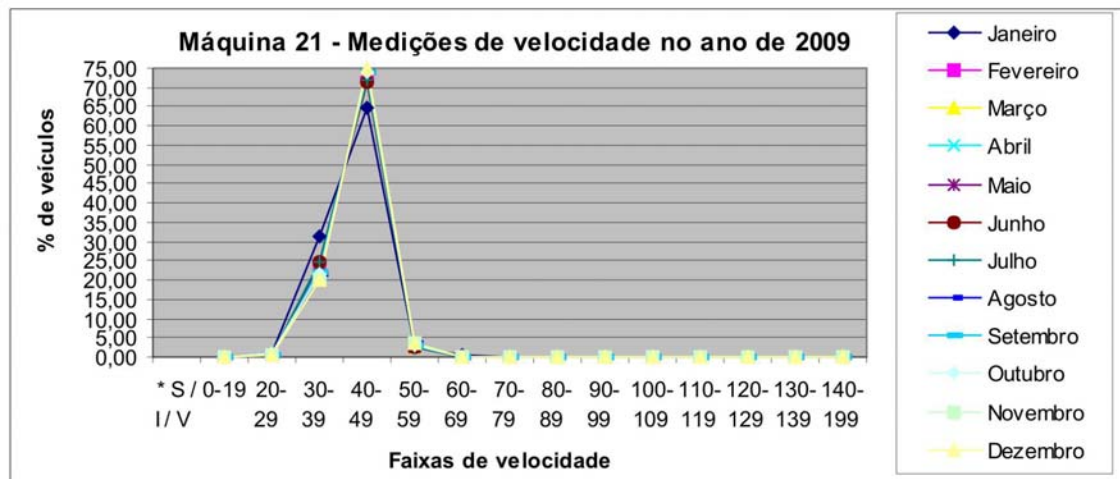


Figura 3.6 - Máquina 21 - Medições de velocidade no ano de 2009

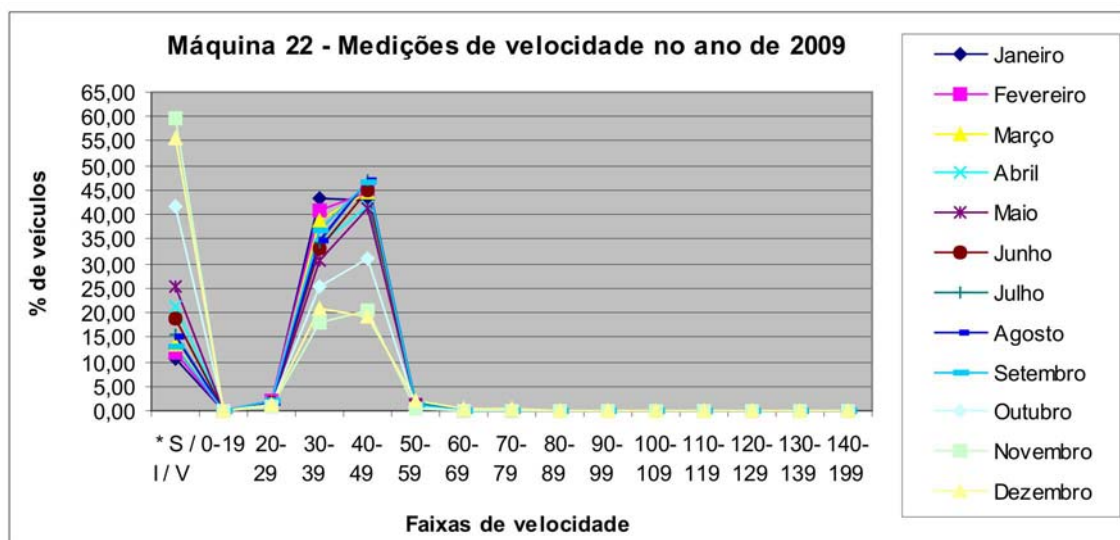


Figura 3.7 - Máquina 22 - Medições de velocidade no ano de 2009

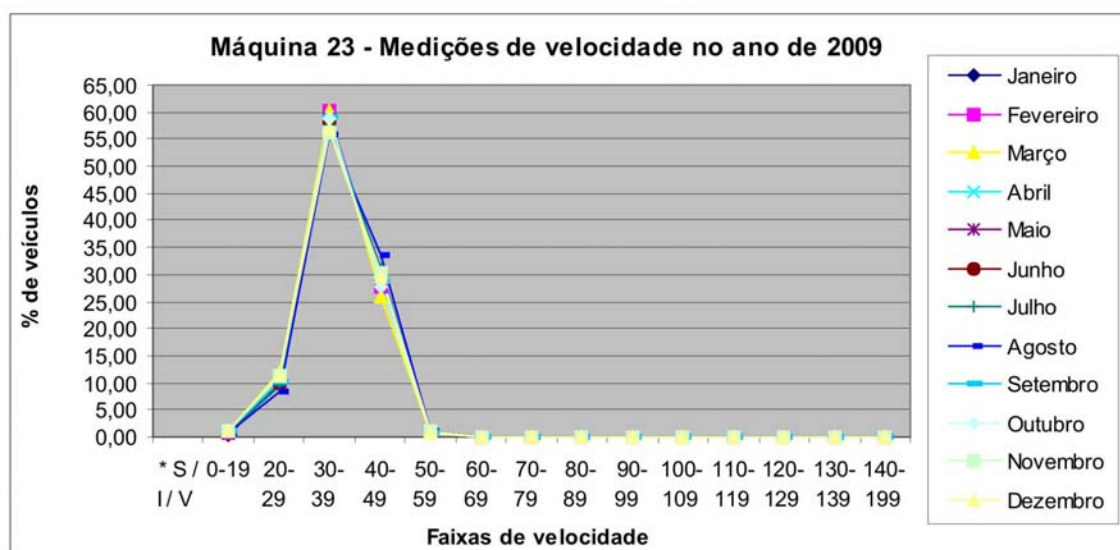


Figura 3.8 - Máquina 23 - Medições de velocidade no ano de 2009

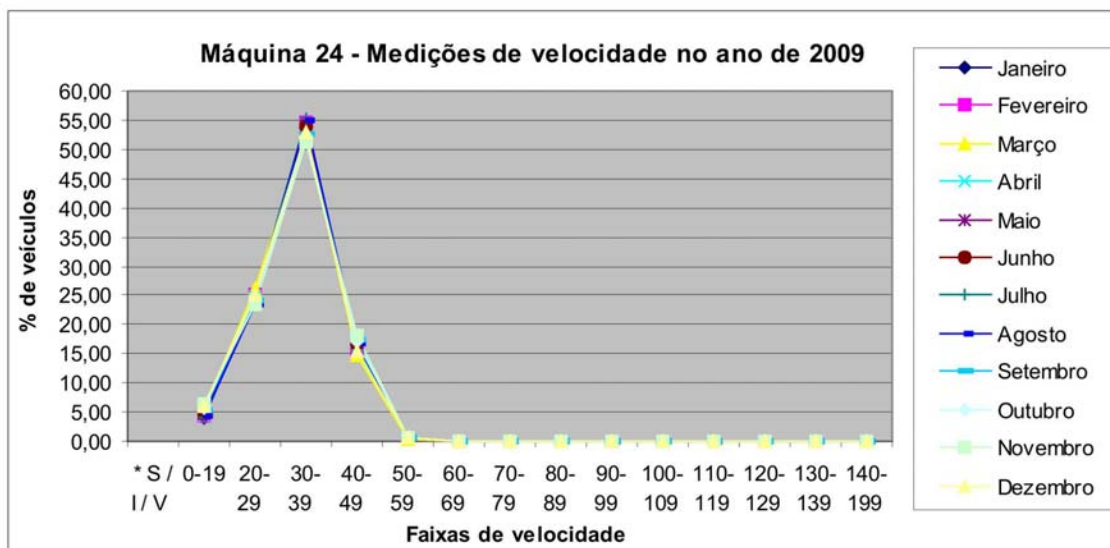


Figura 3.9 - Máquina 24 - Medições de velocidade no ano de 2009

Assim, foi confirmado o indício de algum problema na máquina 22 no ano de 2009, que se iniciou desde sua instalação em 2008 e que até o final do ano de 2010 não havia sido corrigido totalmente. Sendo que em 2010, após a detecção de erros graves no mês de dezembro de 2009 e após a manutenção no equipamento, a quantidade de veículos sem informação de velocidade (veículos não fiscalizados) superou a marca de 70% do volume total, que é um volume muito alto, o que sugere que o problema com o referido equipamento não havia sido totalmente corrigido. As comparações entre 2008, 2009 e 2010 destas máquinas são mostradas na Figura 3.10.

Pelos dados históricos do mês dezembro de 2009, o equipamento registrou velocidades médias no mês de dezembro de até 105 Km/h, sendo que no dia 17/12/2009, o equipamento registrou que 77% dos veículos que sofreram medições passaram acima de 100Km/h, que é o dobro da velocidade permitida para o local, que é 50Km/h. Destes veículos, houve registro de 02 veículos trafegando acima de 140Km/h o que é praticamente impossível, devido às configurações geométricas da via no local onde o equipamento de FEV está instalado. A via é extremamente sinuosa e o ponto de FEV fica logo após uma curva fechada, como pode ser verificado na Figura 3.5.e e na Figura 3.11.

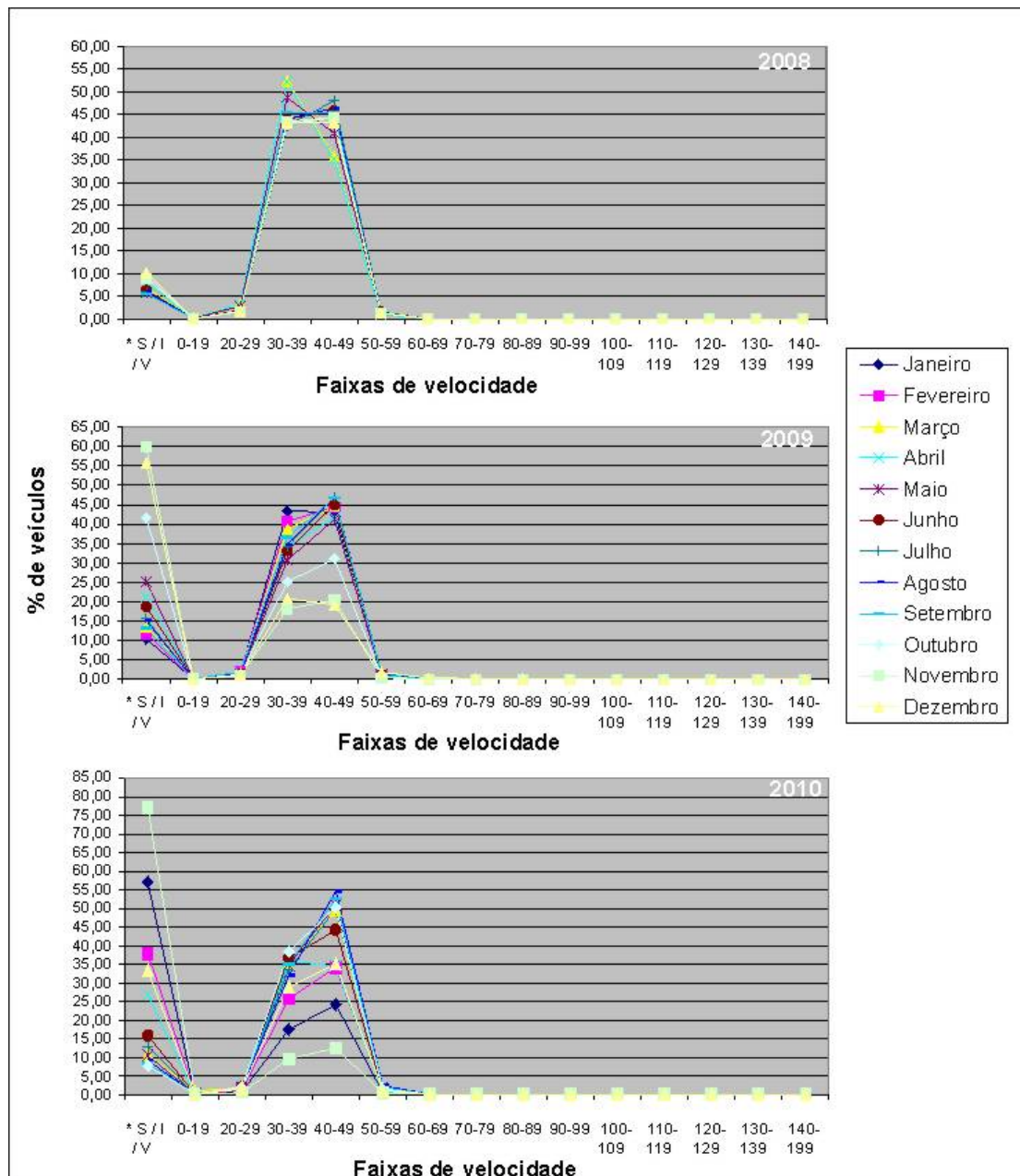


Figura 3.10 - Máquina 22 - Comparação das medições de velocidade nos anos de 2008, 2009 e 2010

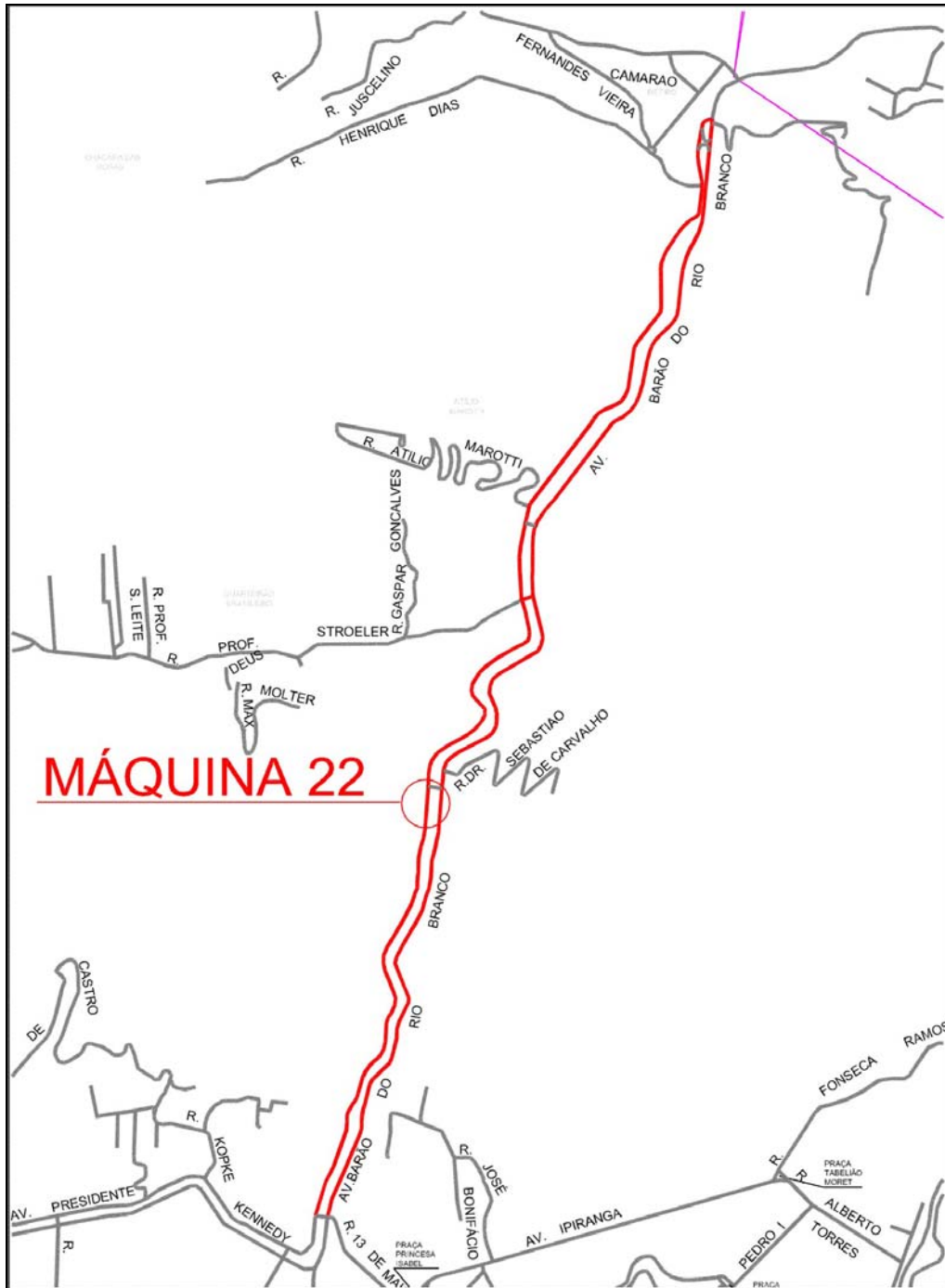


Figura 3.11 - Localização da Máquina 22 - Avenida Barão do Rio Branco

De acordo com as informações obtidas pelo órgão gestor, o problema só foi detectado ao meio do mês de janeiro, quando verificaram a emissão de 433 multas durante o mês, o que correspondia a 20% do total de multas emitidas em todo o município. Além de este percentual ser muito alto (o município possuía na época 36 equipamentos de FEV em operação), a média de infrações para o equipamento era de apenas 15 multas mensais. E quando o problema foi detectado parte das notificações das autuações já havia sido emitida.

Mesmo com várias instâncias de verificação da operação dos equipamentos de FEV (03 instâncias na empresa responsável pelos equipamentos de FEV, e 01 instância no órgão gestor), o problema ocorreu e sofreu desdobramentos gravíssimos, que resultaram em autuações indevidas, a partir de medições de velocidades muito acima das que realmente os veículos poderiam estar trafegando pelo local. Essas verificações são feitas por operadores, que não identificaram o problema durante o mês. Somente com o início das reclamações provindas dos motoristas irregularmente autuados após mais de um mês da ocorrência das falhas graves, é que foi iniciado o processo de busca e verificação na operação do equipamento. O Anexo C mostra a cópia de uma atuação emitida por este equipamento durante o período de falha nas medições de velocidade.

Assim sendo, conclui-se que é extremamente necessário que haja um monitoramento mais incisivo e aprofundado no que se refere à operação e funcionamento dos equipamentos. E por isso, os próximos capítulos deste trabalho serão dedicados à modelagem de um sistema especialista capaz de ajudar os operadores a identificar todos os tipos de falhas que podem ocorrer nos equipamentos de FEV.

3.5.4 Testes de não medição de velocidade

Com base nos relatórios emitidos pela empresa operadora dos equipamentos de FEV de Petrópolis, a partir dos dados obtidos pelos mesmos, são especificados os volumes de veículos cuja presença é detectada, mas que não sofrem medições de velocidades. Estes veículos são categorizados como “SIV” (Sem Informações de Velocidade). Em relação aos equipamentos monitorados, essas taxas são muito altas em alguns casos, conforme já informado no item anterior (no caso da máquina 22) e conforme pode ser verificado na Figura 3.12.

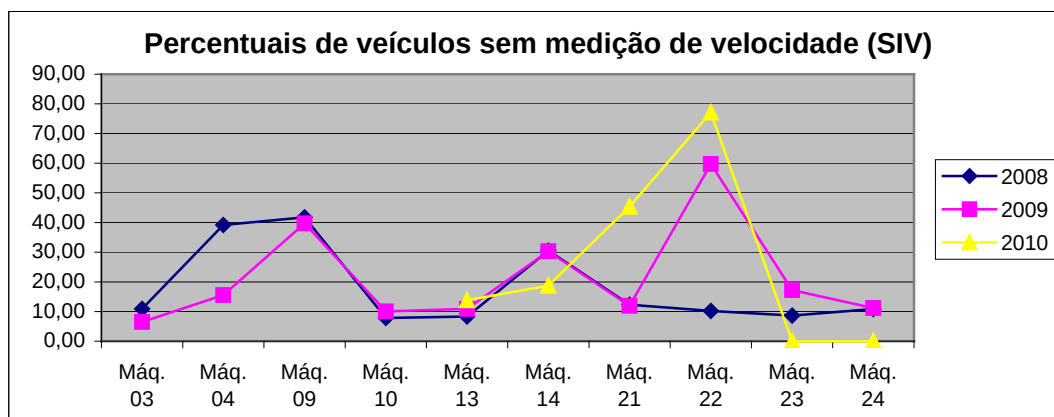


Figura 3.12 - Percentuais de veículos sem medição de velocidade (SIV)

3.6 Resumo

Neste capítulo, foram mostrados os conceitos sobre a variável velocidade, que é uma das mais relevantes em projetos de tráfego, tanto no que condiz à segurança viária, quanto à mobilidade dos veículos. Encontrar um equilíbrio entre estas duas diretrizes é um verdadeiro desafio para os órgãos gestores, e vem se tornando uma relevante meta para a operação do tráfego.

Por isso, cada vez mais surgem novas tecnologias para permitir esse equilíbrio, como é o caso dos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade dos veículos, que aumentam a segurança viária, com a diminuição dos acidentes em virtude do controle da velocidade dos veículos e ao mesmo tempo auxiliam a fluidez do tráfego, fornecendo um meio de redução da velocidade. Assim, foram mostradas as principais tecnologias utilizadas no Brasil para a fiscalização eletrônica de infrações, bem como o detalhamento do funcionamento dos sistemas de autuação por meio de equipamentos eletrônicos.

A difusão dos equipamentos de FEV tem demonstrando significativa eficácia na melhoria da segurança do trânsito. A redução dos acidentes, também, se reflete na melhoria da mobilidade, uma vez que evita os longos e demorados congestionamentos, provocados pela frequente interrupção do fluxo de veículos para atender as eventuais vítimas, realizar a perícia e desobstruir a via dos objetos e veículos danificados. Entretanto, no que pese a crescente difusão de equipamentos de FEV em operação, observa-se ainda um número incipiente de aparelhos para atender à demanda em toda a extensão da malha viária existente.

Por outro lado, um estudo de caso no município de Petrópolis/RJ, apresentado nesse segundo capítulo, demonstrou diversas falhas nos dados levantados e nas informações transmitidas pelos equipamentos de FEV. Estas eventuais falhas devem ser identificadas com rapidez para não comprometer a confiança nas informações, uma vez que elas prejudicam justamente sua função básica dos equipamentos de FEV, que é a de garantir maior segurança e mobilidade no trânsito. Esse fato comprova a importância e urgência de desenvolver um procedimento capaz de monitorar e avaliar a acuracidade, ou seja, o grau de coerência entre os dados coletados pelos equipamentos de FEV e os respectivos fatos ocorridos na prática durante o desempenho operacional do trânsito.

Conforme mencionado no capítulo anterior, o objetivo fundamental da presente pesquisa é justamente garantir mais coerência dos dados e informações coletados pelos equipamentos de FEV. Portanto, no próximo capítulo será então iniciada a proposta de elaboração de um aplicativo, na forma de um sistema especialista para o monitoramento da operação dos equipamentos de FEV. Como foi dito no Capítulo 1 – Introdução, a escolha do sistema especialista se deve ao fato da utilização deste tipo de sistema para a resolução de problemas de detecção de falhas em equipamentos eletrônicos. Este sistema então deverá ser capaz de identificar as falhas de medição a partir da inconsistência dos dados coletados em comparação aos dados históricos, e estabelecer índices de eficiência para qualificar o funcionamento destes equipamentos.

4. MODELAGEM DO SISTEMA ESPECIALISTA PARA MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE FEV

4.1 Introdução

Como foi demonstrado nos capítulos anteriores, e mais especificamente no capítulo 3, foi encontrada uma relevante demanda no que diz respeito a uma intensificação no monitoramento da operação dos equipamentos de FEV, demanda esta que não está sendo devidamente tratada pelos órgãos gestores e municípios brasileiros. Assim, o tema principal do presente estudo é a apresentação de um sistema especialista que possa auxiliar os órgãos gestores neste monitoramento, de forma a aumentar a eficiência e equilibrar o custo x benefício dos mesmos, bem como facilitar a implantação de novas formas de remuneração que possa ser mais transparente e justa aos olhos da população em geral.

A proposição de um sistema especialista inicia com o desenvolvimento do sistema, e se conclui com sua implantação e início de funcionamento, passando por várias fases internas. O desenvolvimento pode ser feito de várias formas, sendo que o mais adotado atualmente e também mais adequado para o tipo de aplicativo proposto é o desenvolvimento *Bottom-Up* (tradução literal: desenvolvimento de baixo para cima), que pressupõe o desenvolvimento em fases, conforme a Figura 4.1 mostra.

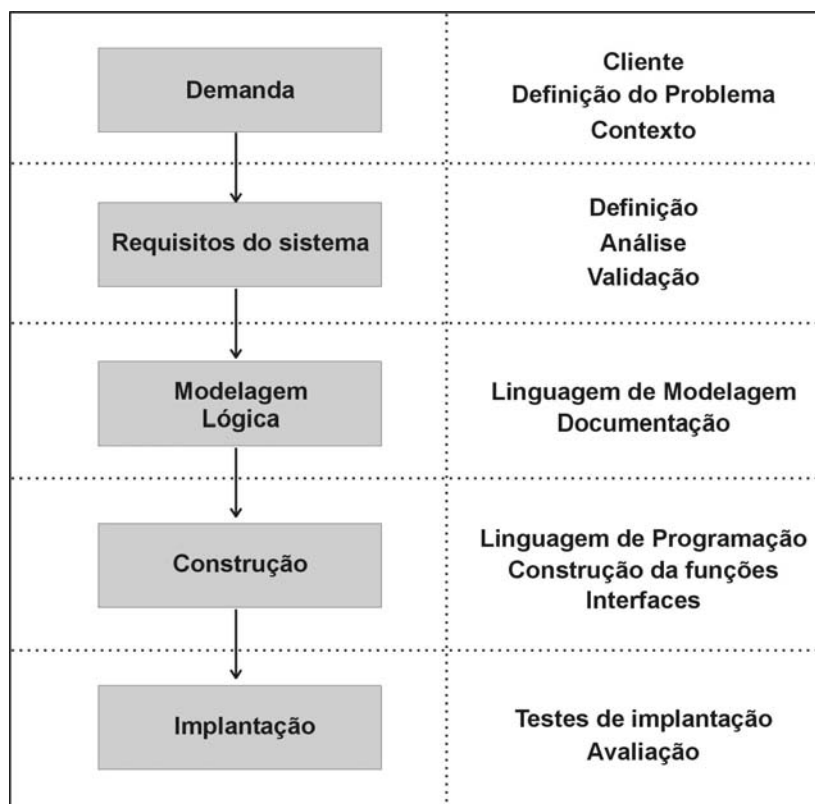


Figura 4.1 - Fases de desenvolvimento de projeto no modelo *Bottom-Up*

Nos próximos sub-capítulos serão descritas as três primeiras etapas do desenvolvimento: Demanda, Requisitos do Sistema e Modelagem Lógica. As etapas de Construção e Implantação serão descritas no Capítulo 5.

4.2 Demanda

A primeira etapa para o desenvolvimento de um projeto de sistema é a definição do cliente e do problema a ser solucionado, bem como o contexto do projeto, delimitando sua área de atuação.

No caso dos equipamentos de FEV, o cliente ou usuário é o órgão gestor do trânsito ou município do local onde os mesmos estão instalados. São estes órgãos que determinam a instalação dos equipamentos de acordo com as necessidades de segurança viária e redução de acidentes e são estes mesmos órgãos que devem fiscalizar e cobrar das empresas contratadas para operarem os equipamentos de FEV o correto funcionamento dos mesmos. Assim, o sistema especialista proposto tem por principal função auxiliar o órgão gestor no monitoramento da operação destes equipamentos, detectando e categorizando suas falhas. Porém para delimitar o contexto e restringir a complexidade do sistema especialista a ser proposto, este trabalho se limitará ao monitoramento as operações de detecção e medição de velocidade dos veículos, deixando ao cargo de trabalhos futuros, o monitoramento das operações de classificação dos veículos por porte. A Tabela 4.1 mostra o quadro resumo de como fica especificada a etapa de demanda do projeto.

Tabela 4.1 - Especificação da etapa de demanda do projeto

Cliente	▪ Órgãos Gestores do trânsito e Municípios responsáveis pela instalação dos equipamentos de FEV.
Problema	▪ Monitorar e fiscalizar a operação dos equipamentos de FEV, que é executada por empresas terceirizadas.
Contexto	▪ Sistemas fixos de fiscalização eletrônica de velocidade de veículos instalados nos municípios. ▪ Monitoramento das operações de detecção e medição de velocidade, principal função dos equipamentos de FEV.

4.3 Requisitos do sistema

A segunda etapa que deve ser executada para a modelagem de um aplicativo é o levantamento dos requisitos do sistema. Este levantamento tem por finalidade identificar as necessidades do cliente ou usuário do sistema em relação ao problema identificado, além de também pesquisar as melhores práticas executadas no mercado para resolver problemas semelhantes.

A partir dos resultados dos testes de confiabilidade dos equipamentos detalhados no item 3.6, surgiram três requisitos principais bem delimitados:

- a) Identificação de falhas de medição de velocidade;
- b) Identificação de falhas em relação ao registro e não detecção dos veículos;
- c) Identificação de falhas de classificação de veículos por porte.

Esses requisitos deveriam ser os principais do sistema, porém como já foi citado anteriormente, o sistema se limitará aos dois primeiros requisitos, ou seja, o sistema será criado para atender inicialmente ao monitoramento das operações básicas de medição de velocidade e detecção de veículos e a partir destes requisitos, outros serão derivados, sendo denominados de requisitos secundários.

A partir das informações e conclusões obtidas pelas pesquisas e entrevistas detalhadas nos itens 3.5.1 e 3.5.2, surgiu mais um requisito: qualificar em forma numérica o funcionamento dos equipamentos de FEV, definindo níveis ou índices de eficiência. Este requisito será secundário, pois será derivado dos requisitos principais. Para esta definição de índices de eficiência, buscou-se na literatura acadêmica e no mercado, com relação aos processos licitatórios deste tipo de serviço, metodologias e práticas que utilizassem algum índice para mensurar o modo de operação dos equipamentos de FEV.

A Prefeitura Municipal de Curitiba, através da empresa URBS, define em seu edital de licitação para a implantação de sistema de fiscalização eletrônica de infrações no município (URBS, 2009), índices de eficiência e índices de funcionamento dos equipamentos. Os índices de eficiência para este edital têm como base a comparação dos dados levantados em campo e os dados levantados pelos equipamentos de FEV durante a fase de avaliação de campo dentro do processo licitatório, e servem para avaliar se todas as funções requeridas serão cumpridas pelos equipamentos, sendo estes índices classificatórios para as empresas concorrentes. Já os índices de funcionamento definidos pela URBS avaliam a operação e disponibilidade dos

equipamentos de FEV, e servem como base para remuneração mensal devida à empresa contratada para a operação dos mesmos.

Essa forma de remuneração é mais justa em comparação com a forma de remuneração por multa aplicada, utilizada na maioria dos municípios. Ela pressupõe que os serviços oferecidos serão remunerados conforme a operação dos equipamentos e não conforme a quantidade de veículos infratores. Como foi citado anteriormente, no item 3.4.2, havia uma regulamentação que proibia a prática de remuneração por quantidade de multas (BRASIL, 2002), proibição esta revogada um ano depois.

E atualmente, com as recentes notícias e indícios de fraudes nos processos de licitação deste tipo de serviço (Globo, 2011), confirma-se ainda mais a necessidade de uma fiscalização intensa e uma melhor regulamentação para a instalação dos equipamentos, bem como para o monitoramento do funcionamento dos mesmos. Somente assim, o título de “Indústria de Multas” imposto aos municípios e órgãos gestores pela imprensa e população em geral ficará inadequado, principalmente quando o pagamento das empresas operadoras dos equipamentos de FEV não for mais atrelado à quantidade de multas aplicadas e pagas, ou “eventos” conforme nomenclatura existente nos contratos.

Porém, um dos pontos contra desta forma de remuneração por operação é que em determinados casos ela pode ter um custo mais alto que a forma de remuneração por eventos, já que o volume de veículos infratores tende a cair bastante e se tornar estável em baixas porcentagens após alguns meses de fiscalização, conforme pode ser verificado na Figura 4.2, que mostra essa tendência nos 36 pontos de fiscalização eletrônica de velocidade existentes no município de Petrópolis. De acordo com o gráfico, após 01 ano de operação, as porcentagens de veículos efetivamente multados se estabilizou na casa dos 0,03%. Após isto, devido às falhas nas medições apuradas e que não foram devidamente eliminadas, as porcentagens se elevam até a casa dos 0,05% de veículos efetivamente multados, porém continuam em níveis muito baixos em relação aos registrados nos primeiros meses de operações.

Em contrapartida, como foi mostrado no item 3.5.4, os testes de não medição de velocidade mostraram que em determinados locais existe uma alta porcentagem de veículos que são detectados, mas que não sofrem medições de velocidades, em alguns dos equipamentos de FEV instalados no município de Petrópolis.

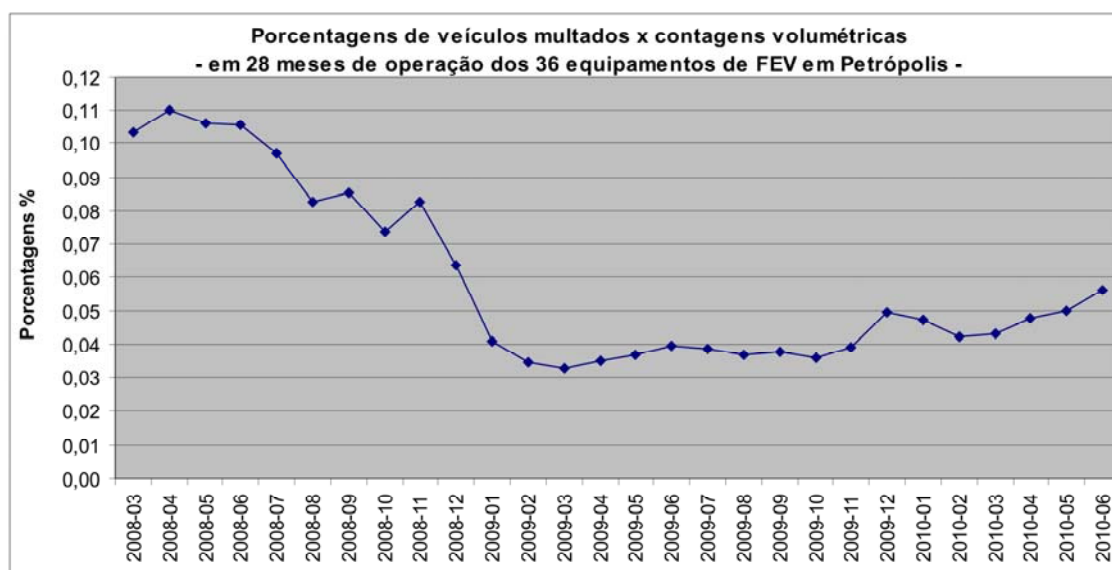


Figura 4.2 - Porcentagens de veículos multados x contagem volumétrica nos 36 pontos de fiscalização eletrônica de velocidade em Petrópolis

Então, foi definida durante o estudo dos requisitos do sistema como um dos requisitos secundários a implantação de medição de índices de eficiência e de funcionamento dos equipamentos de FEV. Assim, outros municípios poderão qualificar a operação dos equipamentos, tendo assim a facilidade de adotar esta forma de remuneração nos novos contratos com as empresas operadoras. Assim, o quadro resumo com o levantamento dos requisitos do sistema é mostrado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Requisitos do Sistema

Requisitos Principais	1. Identificação de falhas em relação à medição de velocidade a partir dos dados e informações coletados pelos equipamentos de FEV. 2. Identificação de falhas em relação ao não registro da velocidade dos veículos.
Requisitos Secundários	3. Determinação de um índice de eficiência para os equipamentos de FEV, a fim de quantificar em forma de valores numéricos a operação dos mesmos. 4. Manutenção de um histórico de todos os dados e informações levantadas e calculadas pelos requisitos anteriores através de relatórios impressos ou arquivos digitais.

A seguir, será apresentada a análise e validação dos requisitos propostos para o sistema especialista.

4.3.1 Análise e validação do requisito 1 – Identificação de falhas em relação à medição de velocidade

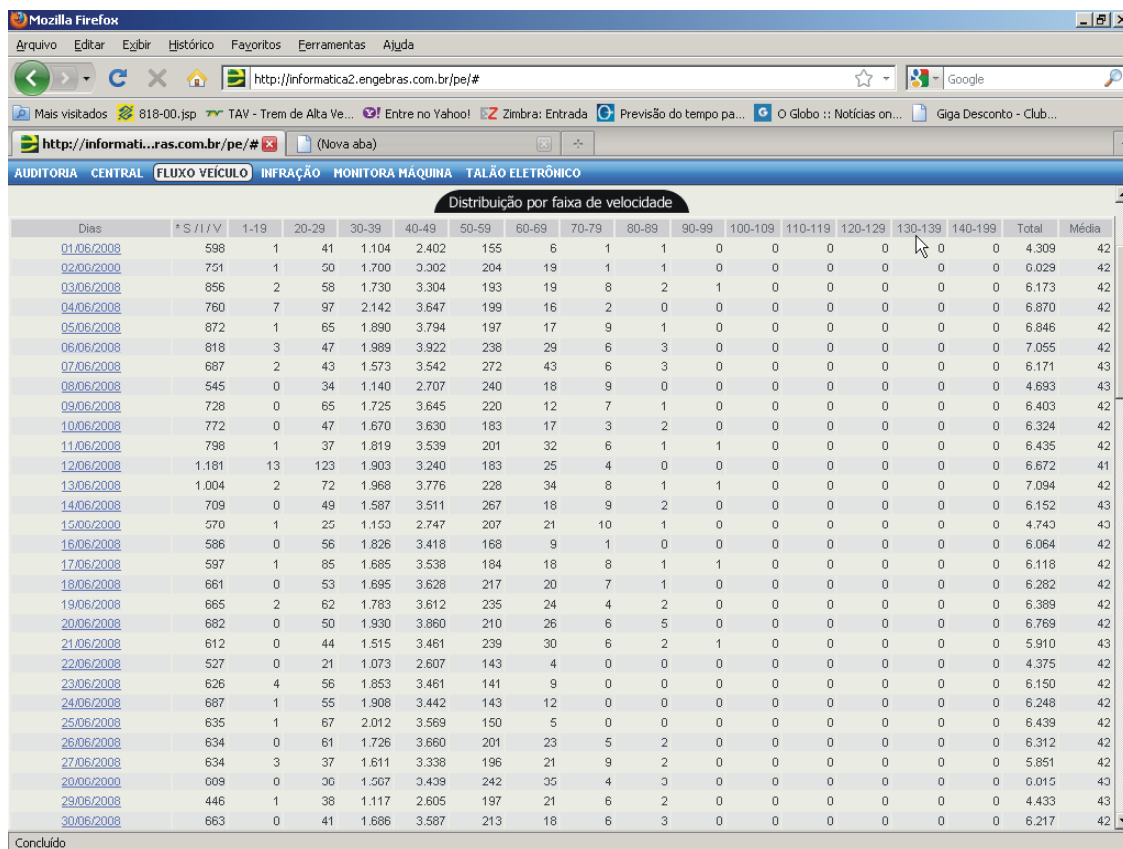
Nesta etapa, os requisitos são analisados e validados para que sirvam de base para as funções a serem executadas pelo sistema. Em relação ao requisito 1 – falhas na medição de velocidade, procedeu-se uma análise estatística em 12 equipamentos de FEV instalados na cidade de Petrópolis, tendo pelo menos dois equipamentos como amostra das características operacionais de todos os locais onde há pontos de FEV. Esta análise teve por função verificar se a falha pode ocorrer em locais com características de tráfego diferenciadas, bem como buscar um “padrão” estatístico nos dados de tráfego destes equipamentos que possa servir de base para a detecção deste tipo de falha a partir dos dados de tráfego levantados pelos mesmos. A partir destes dados são gerados relatórios pelas empresas operadoras, sendo a maioria agregados a cada hora de funcionamento e por faixas de velocidade pré-estabelecidas. Assim, levantou-se os relatórios de medição de velocidade diários de três anos (2008, 2009 e 2010) em cada um dos doze equipamentos listados na Tabela 4.3. Alguns dos relatórios já haviam sido utilizados nos testes de confiabilidade e consistência dos dados demonstrados no item 3.5.

Tabela 4.3 - Equipamentos de FEV escolhidos para análise estatística dos dados e validação dos requisitos do sistema

Id do Equipamento	Local	Velocidade Regulamentada	Tipo da via	Operação de tráfego da via
03	Estrada União e Indústria 9.153 – Faixa 1	60 Km/h	Arterial	Mão única
04	Estrada União e Indústria 9.153 – Faixa 2	60 Km/h	Arterial	Mão única
09	Estrada União e Indústria 3.739 – Faixa 1	60 Km/h	Arterial	Mão dupla
10	Estrada União e Indústria 3.739 – Faixa 2	60 Km/h	Arterial	Mão dupla
27	Estrada União e Indústria 6.362	60 Km/h	Arterial	Mão dupla
28	Estrada União e Indústria 6.362	60 Km/h	Arterial	Mão dupla
13	Rua Washington Luiz 451 – Faixa 1	50 Km/h	Arterial	Mão única
14	Rua Washington Luiz 451 – Faixa 2	50 Km/h	Arterial	Mão única
21	Av. Barão do Rio Branco, 1.207 – Faixa 1	50 Km/h	Arterial	Mão única
22	Av. Barão do Rio Branco, 1.207 – Faixa 2	50 Km/h	Arterial	Mão única
23	Rua Monsenhor Bacelar 125 – Faixa 1	50 Km/h	Coletora	Mão única
24	Rua Monsenhor Bacelar 125 – Faixa 2	50 Km/h	Coletora	Mão única

Para a obtenção destes dados, utilizou-se o sistema de visualização de movimento veicular da empresa Engebrás S.A. (Engebrás, 2010), que é a operadora do sistema de FEV no município de Petrópolis. Esse sistema apresenta através de uma página da Internet vários relatórios com os dados de tráfego levantados por tipo de dados, como por exemplo, velocidade, classificação por porte, taxa de ocupação da via etc. Para o

presente estudo, procedeu-se a obtenção dos dados somente sobre as velocidades dos veículos. A Figura 4.3 mostra um exemplo deste relatório *on-line*.



Dias	* S / I / V	1-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199	Total	Média
01/06/2008	598	1	41	1.104	2.402	155	6	1	1	0	0	0	0	0	0	4.309	42
02/06/2008	751	1	50	1.700	3.302	204	19	1	1	0	0	0	0	0	0	6.029	42
03/06/2008	856	2	58	1.730	3.304	193	19	8	2	1	0	0	0	0	0	6.173	42
04/06/2008	760	7	97	2.142	3.647	199	16	2	0	0	0	0	0	0	0	6.870	42
05/06/2008	872	1	65	1.890	3.794	197	17	9	1	0	0	0	0	0	0	6.846	42
06/06/2008	818	3	47	1.989	3.922	238	29	6	3	0	0	0	0	0	0	7.055	42
07/06/2008	687	2	43	1.573	3.542	272	43	6	3	0	0	0	0	0	0	6.171	43
08/06/2008	545	0	34	1.140	2.707	240	18	9	0	0	0	0	0	0	0	4.693	43
09/06/2008	728	0	65	1.725	3.645	220	12	7	1	0	0	0	0	0	0	6.403	42
10/06/2008	772	0	47	1.670	3.630	183	17	3	2	0	0	0	0	0	0	6.324	42
11/06/2008	798	1	37	1.819	3.539	201	32	6	1	1	0	0	0	0	0	6.435	42
12/06/2008	1.181	13	123	1.903	3.240	183	25	4	0	0	0	0	0	0	0	6.672	41
13/06/2008	1.004	2	72	1.968	3.776	228	34	8	1	1	0	0	0	0	0	7.094	42
14/06/2008	709	0	49	1.587	3.511	267	18	9	2	0	0	0	0	0	0	6.152	43
15/06/2008	570	1	25	1.153	2.747	207	21	10	1	0	0	0	0	0	0	4.743	43
16/06/2008	586	0	56	1.826	3.418	168	9	1	0	0	0	0	0	0	0	6.064	42
17/06/2008	597	1	85	1.685	3.538	184	18	8	1	1	0	0	0	0	0	6.118	42
18/06/2008	661	0	53	1.695	3.628	217	20	7	1	0	0	0	0	0	0	6.262	42
19/06/2008	665	2	62	1.783	3.612	235	24	4	2	0	0	0	0	0	0	6.389	42
20/06/2008	682	0	50	1.930	3.860	210	26	6	5	0	0	0	0	0	0	6.769	42
21/06/2008	612	0	44	1.515	3.461	239	30	6	2	1	0	0	0	0	0	5.910	43
22/06/2008	527	0	21	1.073	2.607	143	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4.375	42
23/06/2008	626	4	56	1.853	3.461	141	9	0	0	0	0	0	0	0	0	6.150	42
24/06/2008	687	1	55	1.908	3.442	143	12	0	0	0	0	0	0	0	0	6.248	42
25/06/2008	635	1	67	2.012	3.569	150	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6.439	42
26/06/2008	634	0	61	1.726	3.660	201	23	5	2	0	0	0	0	0	0	6.312	42
27/06/2008	634	3	37	1.611	3.338	196	21	9	2	0	0	0	0	0	0	5.851	42
28/06/2008	609	0	36	1.567	3.439	242	35	4	3	0	0	0	0	0	0	6.015	43
29/06/2008	446	1	38	1.117	2.605	197	21	6	2	0	0	0	0	0	0	4.433	43
30/06/2008	663	0	41	1.686	3.587	213	18	6	3	0	0	0	0	0	0	6.217	42

Figura 4.3 - Exemplo de relatório *on-line* sobre velocidade dos veículos gerado pelo sistema proprietário da empresa Engebrás

Em contato com a empresa, foram solicitados os arquivos em formato de texto para facilitar a inserção em planilhas eletrônicas e realizar a análise estatística. Porém como a empresa demorou a responder à solicitação, foi necessária a criação destes arquivos através da própria exibição página da Internet, copiando os dados mostrados na página para arquivos de texto em branco, e depois importando os arquivos para as planilhas eletrônicas.

Este processo, apesar de simples, tomou cerca de 30% do tempo total de análise estatística dos dados. Porém, todos os sistemas de gerenciamento de banco de dados disponíveis no mercado e que as empresas terceirizadas utilizam em seus próprios sistemas, geram automaticamente arquivos de texto e por isso, esse tipo de arquivo foi escolhido não somente para a análise estatística, mas também para a base de entrada de dados para o sistema especialista proposto neste trabalho. A única observação que deve ser feita é que os municípios que quiserem utilizar o sistema especialista

proposto neste trabalho devem requerer das empresas operadoras os arquivos em formato de texto, conforme padrão do aplicativo. Este padrão será mostrado no capítulo 5.

Após proceder a captura dos dados e a criação dos arquivos de texto, os mesmos foram inseridos em planilha eletrônica e foi iniciado o processo de análise estatística. Os dados de velocidade obtidos pelos relatórios *on-line* são divididos em faixas de velocidade agrupadas de 10 em 10 Km/h, conforme pode ser verificado na Figura 4.3. O Apêndice III mostram os dados na forma de agrupamento original, conforme foi fornecido pelo sistema da Engebrás, com os percentuais para cada faixa e as variáveis estatísticas médias e desvio padrão.

Porém, para facilitar e diminuir o tempo da análise estatística foi criado um agrupamento dos dados de velocidade por faixas mais amplas, conforme abaixo:

- a) Faixa 1 – Porcentagem de veículos trafegando no limite de 0 a 50% da velocidade máxima regulamentada.
- b) Faixa 2 – Porcentagem de veículos trafegando no limite de 51 a 100% da velocidade máxima regulamentada.
- c) Faixa 3 – Porcentagem de veículos trafegando no limite de 101 a 150% da velocidade máxima regulamentada.
- d) Faixa 4 – Porcentagem de veículos trafegando acima de 150% da velocidade máxima regulamentada.

A idéia desta separação por faixas surgiu a partir da divisão de infrações por excesso de velocidade regulamentada pela Resolução nº 202 do CONTRAN (BRASIL, 2006). Esta resolução divide este tipo de infrações em três categorias: infrações médias (velocidade superior à máxima em até 20%); infrações graves (velocidade superior à máxima entre 20 a 50%) e infrações gravíssimas (velocidade superior à máxima em mais de 50%). Assim a divisão de faixas de velocidade utilizada neste estudo para agrupar os dados levantados pelos equipamentos está demonstrada na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Divisão de faixas de velocidade a serem utilizadas na análise de dados

	Velocidades Máximas utilizadas	
	50 Km/h	60 Km/h
Faixa 1	de 0 a 29 Km/h	de 0 a 39 Km/h
Faixa 2	de 30 a 49 Km/h	de 40 a 59 Km/h
Faixa 3	de 50 a 79 Km/h	de 60 a 89 Km/h
Faixa 4	acima de 80 Km/h	acima de 90 Km/h

Após o agrupamento dos dados pelas faixas, foram calculadas as variáveis estatísticas média aritmética, desvio médio absoluto e amplitude total, mês a mês para todos os equipamentos listados na Tabela 4.3, sendo que durante dois anos (2008 e 2009) para as máquinas 23 e 24 e durante três anos seguidos (2008, 2009 e 2010) para as demais máquinas. Estas variáveis foram escolhidas para análise por estarem relacionadas à funções de controle de qualidade, sendo esta verificação o principal objetivo do sistema: controlar a qualidade da operação dos equipamentos de FEV. As Tabelas 4.5, 4.6 e 4.7 mostram os valores máximos encontrados para cada uma das variáveis estatísticas.

Como pode ser verificado pelas Tabelas 4.5, 4.6 e 4.7, apenas uma pequena porcentagem dos veículos registrados pelos equipamentos de FEV trafega em velocidade superior à máxima permitida e regulamentada para o local. Os valores máximos encontrados giraram em torno de 2%. Para efetuar este cálculo foram desconsiderados os dados para as máquinas que apresentaram valores máximos percentuais acima da casa dos 2% nas faixas 3 e 4 para as médias, e altas distorções para as amplitudes totais. Isto se deve ao fato de que uma delas foi justamente a que apresentou falhas graves de medição de velocidade dos veículos (Máquina 22) como foi demonstrado nos testes de confiabilidade no Capítulo 3, sugerindo então que este mesmo erro pode ter ocorrido em outras máquinas e que os dados destas mesmas máquinas não são confiáveis para serem inseridos na análise estatística.

Tabela 4.5 - Valores estatísticos máximos dos equipamentos de FEV em 2008

		Valores Máximos											
		Média Porcentagens				Desvio Médio Absoluto				Amplitude Total			
Id Equipamento	Velocidade km/h	Até 50%	51% a 100%	101 a 150%	Acima de 151%	Até 50%	51% a 100%	101 a 150%	Acima de 151%	Até 50%	51% a 100%	101 a 150%	Acima de 151%
003	60	0,71	98,22	1,90	0,12	0,480	0,278	0,247	0,011	0,687	0,488	0,343	0,027
004	60	2,82	98,15	1,29	0,06	1,147	0,892	0,302	0,011	1,613	1,261	0,485	0,022
009	60	0,97	98,61	1,84	0,05	0,634	0,536	0,343	0,009	0,975	0,874	0,495	0,015
010	60	2,42	98,31	0,77	0,05	1,031	0,972	0,049	0,013	1,671	1,629	0,057	0,019
027	60	0,47	97,98	2,04	0,01	0,051	0,161	0,134	0,002	0,070	0,232	0,198	0,003
028	60	1,43	98,48	1,42	0,01	0,182	0,243	0,261	0,002	0,305	0,441	0,447	0,002
013	50	14,66	87,85	0,21	0,00	0,584	0,585	0,021	0,001	1,358	1,331	0,031	0,001
014	50	20,02	83,35	0,47	0,01	1,439	1,343	0,099	0,002	1,921	1,819	0,135	0,004
021	50	1,53	95,67	4,62	0,03	0,509	0,761	0,721	0,034	3,402	3,773	2,260	0,085
022	50	3,84	96,53	1,71	0,01	1,394	1,354	0,453	0,013	9,719	10,06	2,303	0,056
023	50	10,57	89,28	0,15	0,01	1,052	1,050	0,008	0,001	1,990	1,977	0,018	0,056
024	50	27,72	72,23	0,05	0,00	1,390	1,389	0,005	0,001	3,122	3,129	0,011	0,002

Tabela 4.6 - Valores estatísticos máximos dos equipamentos de FEV em 2009

Id Equipa- mento	Velocidade km/h	Valores Máximos											
		Média Porcentagens				Desvio Médio Absoluto				Amplitude Total			
		Até 50%	51% a 100%	101 a 150%	Acima de 151%	Até 50%	51% a 100%	101 a 150%	Acima de 151%	Até 50%	51% a 100%	101 a 150%	Acima de 151%
003	60	0,28	98,56	1,71	0,06	0,042	0,116	0,102	0,012	0,113	0,213	0,212	0,023
004	60	1,09	98,10	1,47	0,05	0,092	0,183	0,196	0,011	0,175	0,197	0,271	0,021
009	60	1,11	98,76	1,11	0,02	0,156	0,115	0,101	0,005	0,405	0,340	0,180	0,007
010	60	2,53	98,49	0,69	0,01	0,489	0,449	0,048	0,004	0,879	0,857	0,081	0,005
027	60	0,66	98,35	2,23	0,01	0,107	0,310	0,255	0,003	0,143	0,588	0,493	0,005
028	60	1,60	98,82	0,61	0,00	0,234	0,208	0,088	0,002	0,387	0,440	0,192	0,002
013	50	12,63	92,54	0,08	0,00	1,499	1,496	0,027	0,000	2,610	2,627	0,055	0,001
014	50	17,24	87,80	0,25	0,01	1,731	1,733	0,085	0,002	2,636	2,553	0,113	0,003
021	50	0,83	96,54	3,93	0,02	0,362	0,778	0,812	0,020	1,940	1,875	2,008	0,045
022	50	4,20	96,50	5,69	0,94	3,109	8,620	7,567	1,505	13,832	27,961	24,178	3,536
023	50	12,91	90,73	0,08	0,00	0,986	0,981	0,010	0,001	1,857	1,850	0,019	0,001
024	50	31,44	71,76	0,66	0,00	1,102	1,071	0,039	0,001	1,897	1,859	0,072	0,001

Tabela 4.7 - Valores estatísticos máximos dos equipamentos de FEV em 2010

Id Equipa- mento	Velocidade km/h	Valores Máximos											
		Média Porcentagens				Desvio Médio Absoluto				Amplitude Total			
		Até 50%	51% a 100%	101 a 150%	Acima de 151%	Até 50%	51% a 100%	101 a 150%	Acima de 151%	Até 50%	51% a 100%	101 a 150%	Acima de 151%
003	60	0,13	98,72	1,47	0,02	0,026	0,152	0,138	0,006	0,043	0,208	0,208	0,007
004	60	1,35	98,21	1,41	0,03	0,185	0,128	0,224	0,008	0,315	0,223	0,416	0,014
009	60	1,94	71,97	31,64	0,02	1,897	3,523	3,753	0,030	6,148	8,003	7,836	0,044
010	60	4,24	76,25	24,43	0,03	3,122	4,379	4,890	0,033	10,02	9,553	8,375	0,044
027	60	0,58	98,51	1,65	0,00	0,119	0,211	0,157	0,001	0,153	0,300	0,250	0,002
028	60	1,77	98,81	0,66	0,00	0,272	0,271	0,100	0,001	0,438	0,425	0,209	0,001
013	50	12,81	90,98	1,64	0,00	1,572	1,491	0,219	0,001	3,975	3,810	0,416	0,001
014	50	17,11	88,01	0,91	0,00	1,846	1,753	0,136	0,001	3,816	3,672	0,243	0,002
021	50	0,87	97,20	5,01	0,01	0,446	1,677	1,771	0,015	1,252	5,182	5,051	0,101
022	50	3,02	96,68	2,59	0,00	1,602	1,552	0,858	0,006	3,222	2,910	3,196	0,012

Assim, conclui-se que para as máquinas estudadas os padrões de velocidade dos veículos se mantêm após alguns meses do início da operação dos EFEV, mesmo que a velocidade máxima regulamentada para o local seja diferenciada. Ou seja, a porcentagem de veículos trafegando dentro das faixas de velocidade categorizadas acima fica em torno de:

- 2% para as faixas 3 e 4, ou seja, velocidades acima da máxima regulamentada.
- 98% para as faixas 1 e 2, ou seja, velocidades abaixo da máxima regulamentada.

E conforme os dados coletados marcados em **negrito** nas tabelas 4.5, 4.6 e 4.7, foi demonstrado estatisticamente que houve indicio de falhas nas medições de velocidade dos veículos para alguns dos equipamentos de FEV nas medições das faixas 3 e 4. Estas faixas apresentaram valores para as variáveis estatísticas muito acima dos valores das demais máquinas, principalmente nas variáveis média aritmética e amplitude total para as máquinas 21 e 22 durante os três anos de operação, e para as máquinas 09 e 10 para o ano de 2010. Como pode ser verificado na Tabela 4.6, a máquina 22 apresentou os valores máximos de amplitude total mais destoantes das demais máquinas, confirmando a existência de falha, como foi mostrado no item 3.5.3, que versa sobre os testes de confiabilidade. Assim é possível afirmar que através da variável estatística amplitude total, variável esta que leva em conta os valores máximos e mínimos absolutos para as porcentagens apresentadas em cada faixa, e através da variável estatística média aritmética é possível identificar corretamente estas falhas.

Desta forma, após a aquisição de dados iniciais para uma fase de “aprendizagem do sistema”, fase esta que pode ser em torno de 1 a 3 meses, estas duas variáveis estatísticas podem ser então consideradas como identificadoras de falhas nas medições de velocidade dos veículos, principalmente as variações ocorridas nas faixas 3 e 4, que são as faixas que geram as autuações e as penalizações, por serem as faixas de velocidade acima da velocidade regulamentada para o local.

Por outro lado, as variações nas médias aritméticas e nas amplitudes totais nas faixas 1 e 2 podem ser geradas por problemas no tráfego no local, já que a alta porcentagem de veículos trafegando abaixo do 50% da velocidade máxima permitida indica congestionamentos. Nos casos das máquinas 13 e 14 (Washington Luiz nº 451), 23 e 24 (Monsenhor Bacelar nº125), são vias com constantes problemas de tráfego, segundo informações do órgão gestor CPTrans, principalmente nos horários de pico e dias ou meses atípicos (segundas e sextas-feiras, e meses de novembro e dezembro).

Assim, para determinar a validação do uso das amplitudes para a identificação das falhas nas medições, aplicou-se empiricamente, várias taxas de erros às amplitudes diárias, comparadas com a amplitude total acumulada dos meses anteriores para cada EFEV em estudo. Encontrou-se então o limiar de erro igual a 2, ou seja, qualquer variação acima do dobro nos valores das amplitudes em relação às médias aritméticas, é capaz de indicar corretamente as falhas de medição de velocidade, conforme a função de identificação de falhas (1) . No caso da máquina 22, que

apresentou falhas nas medições de velocidade no mês de dezembro de 2009, os resultados da aplicação da função de identificação de erros estão demonstrados na Tabela 4.8, onde “Ok”, significa que não houve erro, e “Erro” significa a identificação de falha.

$$x = Abs(p - m) \quad (a)$$

$$E \begin{cases} 0, x * e \leq a \\ 1, x * e > a \end{cases} \quad (b) \quad (1)$$

onde:

p = porcentagem da faixa em relação ao total de veículos registrados

m = média da faixa, calculada até o último dia do mês anterior

a = amplitude total da faixa, calculada até o último dia do mês anterior.

Abs= função que transforma qualquer número real em absoluto

e = limiar de erro

E = erro. Se 0 é falso, se 1 é verdadeiro

Tabela 4.8 - Aplicação da função de identificação de erro para a Máquina 22 no mês de dezembro de 2009.

Datas	Cálculo de x (1.a)				Aplicação da função de identificação de erro (1.b)			
	Até 50% - faixa 1 -	51% a 100% - faixa 2 -	101 a 150% - faixa 3 -	Acima de 151% - faixa 4 -	Até 50% - faixa 1 -	51% a 100% - faixa 2 -	101 a 150% - faixa 3 -	Acima de 151% - faixa 4 -
1/12/2009	2,11	0,37	2,47	0,01	Ok	Ok	Ok	Ok
8/12/2009	2,04	0,69	2,72	0,01	Ok	Ok	Ok	Ok
9/12/2009	1,75	1,02	2,76	0,01	Ok	Ok	Ok	Ok
10/12/2009	1,35	0,80	2,13	0,01	Ok	Ok	Ok	Ok
11/12/2009	1,54	0,70	2,23	0,01	Ok	Ok	Ok	Ok
12/12/2009	0,27	1,63	1,89	0,01	Ok	Ok	Ok	Ok
14/12/2009	1,20	0,31	1,50	0,01	Ok	Ok	Ok	Ok
15/12/2009	0,63	1,54	0,81	2,98	Ok	Ok	Ok	Erro
16/12/2009	0,89	51,10	44,92	7,06	Ok	Erro	Erro	Erro
17/12/2009	1,59	26,50	20,13	4,79	Ok	Erro	Erro	Erro
18/12/2009	3,64	0,51	3,12	0,01	Erro	Ok	Ok	Ok
19/12/2009	1,99	0,75	2,72	0,01	Ok	Ok	Ok	Ok
20/12/2009	1,02	1,98	0,78	0,18	Ok	Ok	Ok	Erro
21/12/2009	1,95	0,56	2,51	0,01	Ok	Ok	Ok	Ok
29/12/2009	0,54	0,89	1,42	0,01	Ok	Ok	Ok	Ok
30/12/2009	1,38	4,82	3,43	0,01	Ok	Erro	Erro	Ok

Qualquer variação nos valores das amplitudes acima do dobro, que foi determinada empiricamente, pode ser considerada como falha. Porém, como está demonstrado na Tabela 4.8, quando as falhas de medições ocorrem efetivamente no equipamento, como pode ser visto nos dias 16/12/2009 e 17/12/2009, ela propaga o mesmo erro por pelo menos 3 faixas de velocidade. Assim, convencionou-se para o sistema especialista que para a identificação de falhas nas medições de velocidade, quaisquer erros na faixa 4 (acima de 150% da velocidade regulamentada) em conjunto com erros encontrados em pelo menos duas outras faixas será considerada falha grave. Erros na

faixa 3 (entre 100% a 150%) em conjunto com erros nas duas faixas de velocidades inferiores ou erros na faixa 4 (acima de 150%) conjugados com erros em pelo menos uma das faixas inferiores, serão consideradas falhas médias. E para os erros encontrados nas faixas 1 e 2, 1 e 3 ou 2 e 3 ou serão consideradas como falhas não operacionais, ou seja, não relacionadas ao mau funcionamento do sistema, pois podem ser indicadores de problemas no tráfego, como por exemplo, ocorrência de congestionamento na via onde o equipamento de FEV está instalado. Esta categorização de falhas para o requisito 1 está demonstrada na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 - Categorização das falhas de medição de velocidade

Erros encontrados				Nível da falha
Até 50%	51% a 100%	101 a 150%	Acima de 151%	
Sim	Sim	Sim	Sim	Grave
Não	Sim	Sim	Sim	Grave
Sim	Sim	Não	Sim	Grave
Sim	Não	Sim	Sim	Grave
Sim	Sim	Sim	Não	Média
Não	Não	Sim	Sim	Média
Não	Sim	Não	Sim	Média
Sim	Não	Sim	Não	Não Operacional
Sim	Sim	Não	Não	Não Operacional
Não	Sim	Sim	Não	Não Operacional

4.3.2 Análise e validação do requisito 2 – Identificação de falhas em relação ao não registro da velocidade dos veículos

Conforme os relatórios obtidos para análise dos requisitos, existe um campo que mostra a quantidade de veículos que foram detectados, mas que não sofreram registro de suas velocidades. Uma alta porcentagem destes veículos demonstra que o equipamento não está sendo capaz de fiscalizar na quantidade que deveria as velocidades praticadas no local.

Conforme foi demonstrado na Figura 3.12, na seção de testes de confiabilidade, verificou-se que as máquinas 21 e 22 (que também apresentou falhas na medição de velocidade), apresentaram altos índices de veículos SIV (sem informação de velocidade), chegando até a 70% de veículos SIV, confirmando ainda mais a ineficiência dos dois equipamentos de FEV.

De acordo com os dados mensais em relação a esta porcentagem, verificou-se que 60% dos equipamentos de FEV em análise apresentaram índices abaixo de 10% de veículos SIV. Assim, o patamar de 10% foi estabelecido para ser o limite máximo de

erro admitido. Qualquer valor acima disto, será considerado como falha no registro, e o nível destas falhas será determinado a partir da Tabela 4.10.

Tabela 4.10 - Categorização das falhas de registro de velocidade

Percentuais de veículos SIV – Sem Informação de Velocidade	Nível da falha
de 0 a 10%	xxx
de 11% a 20%	Leve
de 21% a 50%	Média
acima de 50%	Grave

4.3.3 Análise e validação do requisito 3 – Determinação do índice de eficiência dos equipamentos de FEV

Para determinar um índice de eficiência dos equipamentos de FEV, inicialmente tomaram-se como base os tipos de falhas encontradas nos dois requisitos principais. Porém, ainda com base na análise dos dados estatísticos, constatou-se que durante alguns períodos de tempo, os equipamentos não registram nenhum tipo de dado, causado provavelmente pela interrupção no funcionamento dos mesmos. Assim, o sistema deverá ser capaz de determinar quatro índices de eficiência:

- a) Índice de eficiência nas medições.
- b) Índice de eficiência nos registros.
- c) Índice de eficiência na operação.
- d) Índice de eficiência geral, que computará os três índices anteriores e determinará um valor único de eficiência para cada equipamento.

Estes índices deverão ser determinados a cada mês e armazenados para posteriores consultas, e para cada tipo convencionou-se uma atribuição de notas, variando de 1 a 10, conforme mostrado nas Tabelas 4.11 e 4.12.

Tabela 4.11 - Atribuição de valores ao Índice de Eficiência nas Medições (IEM)

Nível da falha nas medições	Valores
Grave	1
Média	5
Não Operacionais	10
Sem falhas	10

Para a atribuição de valores ao IEM, será considerada a ocorrência de pelo menos um evento de falha média ou grave durante o mês, tendo como precedência sempre a falha de maior gravidade. Por exemplo, se ocorrer uma falha média e uma falha grave

em dias diferentes durante o mês, o valor do IEM será 0, pois a falha grave tem precedência sobre a falha média, conforme pode ser visto na Tabela 4.11.

O esquema de precedência na gravidade de falhas para o IER dos equipamentos de FEV é semelhante ao do IEM, conforme pode ser visto na Tabela 4.12. Por exemplo, se o sistema verificar a ocorrência de falhas leves durante 11 dias e a ocorrência de falhas graves durante 3 dias, o valor do IER será 3.

Tabela 4.12 - Atribuição de valores ao Índice de Eficiência nos Registros (IER)

Nível da falha nos registros	Quantidade de ocorrências no mês	Valores
Grave	acima de 21 dias	1
	entre 11 a 20 dias	2
	entre 1 a 10 dias	3
Média	acima de 21 dias	4
	entre 11 a 20 dias	5
	entre 1 a 10 dias	6
Leve	acima de 21 dias	7
	entre 11 a 20 dias	8
	entre 1 a 10 dias	9
Sem falhas de registro		10

Para a atribuição do Índice de Eficiência na Operação será aplicada a função de cálculo de horas inoperantes no mês (2).

$$IEO = i / H * 10 \quad (2)$$

onde:

IEO = Índice de Eficiência na Operação

i = Soma das horas inoperantes durante o mês

H = Total de horas do mês

A partir do cálculo do IEO, o nível da falha será estabelecido conforme a Tabela 4.13.

Tabela 4.13 - Atribuição de nível da falha a partir do IEO

Valores	Nível da falha nas operações
0 a 3,0	Grave
de 3,1 a 7,0	Média
de 7,1 a 9,0	Leve
De 9,0 a 10	Sem falhas

Para o cálculo do Índice de Eficiência Geral (IEG), que computará todos os três índices mostrados anteriormente, deverá ser aplicada a função de cálculo de IEG (3), que atribuirá pesos a cada tipo índice, conforme sua relevância. Assim o IEM terá

peso 5, já que é a função principal dos equipamentos de FEV. O IER terá peso 3, e o IEO peso 2.

$$IEG = \frac{(IEM * 5) + (IER * 3) + (IEO * 2)}{10} \quad (3)$$

4.3.4 *Análise e validação do requisito 4 - Manutenção de um histórico de todos os dados e informações levantadas*

Para este requisito, conforme a análise dos requisitos anteriores e dos dados apresentados, o sistema deverá ser capaz de registrar em forma de arquivos digitais ou gerar relatórios impressos sobre os seguintes históricos para cada equipamento de FEV monitorado.

- a) Dados cadastrais com as informações relevantes.
- b) Médias e Amplitudes mensais.
- c) Índices de eficiência mensais.
- d) Histórico das falhas apresentadas, categorizadas conforme o tipo.
- e) Histórico do registro das operações, ou seja, com as informações sumarizadas para cada equipamento.

4.4 Modelagem Lógica

4.4.1 *Orientação a objetos e linguagem de modelagem*

Atualmente, uma das melhores práticas para o desenvolvimento de aplicativos é a programação orientada a objetos, chamada de OOP. Neste tipo de desenvolvimento, o principal bloco de construção dos sistemas são objetos “virtuais”, análogos aos objetos existentes no mundo físico. Isto produz um modelo de programação que difere da visão estruturada (Coleman, 1996).

A modelagem de um aplicativo e a sua programação orientada a objetos propicia o desenvolvimento em tempo menor, a reutilização de código e facilita a manutenção e ampliação dos aplicativos, em comparação aos demais métodos de desenvolvimento, como por exemplo, o desenvolvimento estruturado.

A linguagem de modelagem a ser adotada para este trabalho é a UML que define padrões unificados de apresentação da documentação dos sistemas. A documentação do sistema permite que se construa e se implemente o sistema em qualquer

linguagem de programação que possua suporte a OOP. No caso do sistema especialista, esta construção e implementação serão demonstradas no Capítulo 5.

4.4.2 Fluxogramas do sistema

Os fluxogramas do sistema apresentam os dados de entrada e saída, bem como as principais funções e verificações que o sistema deverá implementar, além da sequência com que as mesmas são executadas dentro do sistema. O fluxograma geral do sistema está demonstrado na Figura 4.4.

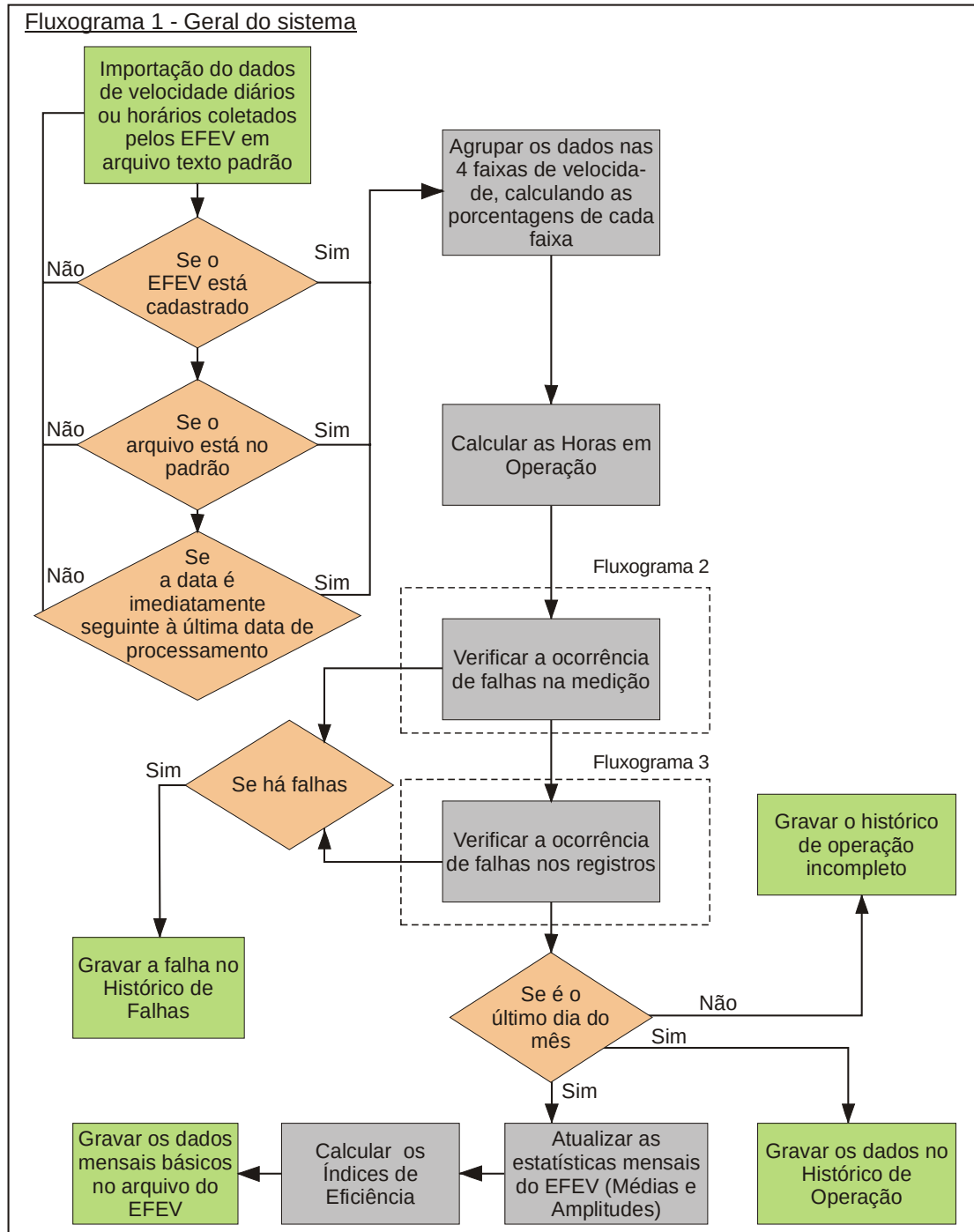


Figura 4.4 - Fluxograma geral do sistema

Para melhor detalhar o fluxograma geral do sistema, a Figura 4.5 mostra o detalhamento do fluxograma da função para a detecção de falhas nas medições de velocidade dos veículos.

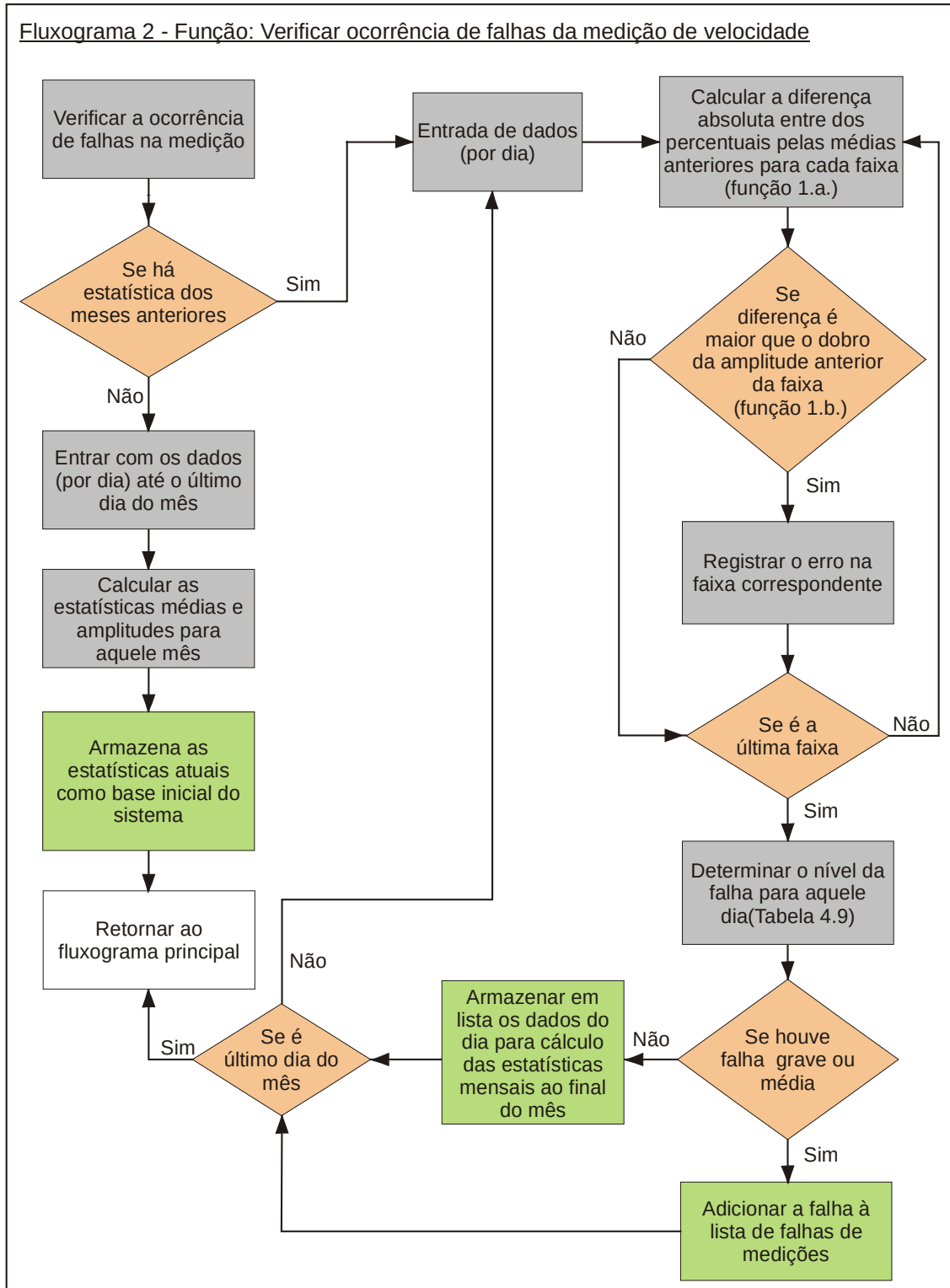


Figura 4.5 - Fluxograma da função verificação de ocorrência de falhas nas medições de velocidade dos veículos

Já a Figura 4.6 mostra o detalhamento do fluxograma da função para a detecção de falhas nos registros das velocidades dos veículos.

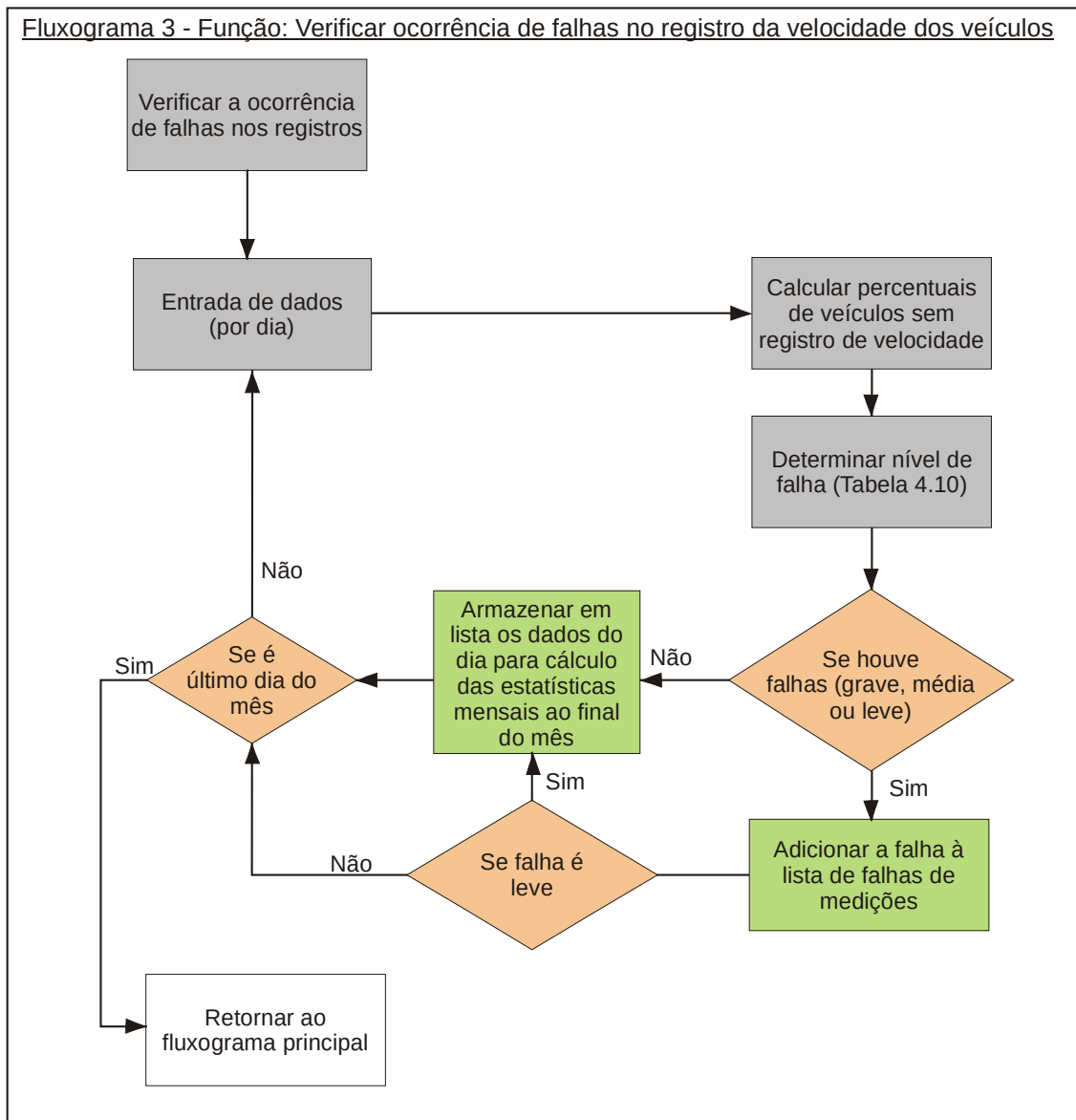


Figura 4.6 - Fluxograma da função verificar ocorrência de falhas nos registro das velocidades dos veículos

4.4.3 Diagrama de classes

O Diagrama de classes, mostrado na Figura 4.7, representa as entidades ou objetos que compõe o sistema, com seus respectivos atributos (propriedades) e seus métodos (funções inerentes a cada objeto). Para cada objeto que tem correspondência 1 para n deverá ser implementada uma “collection class”, que é uma classe auxiliar que fornece os métodos para inserir objetos de uma mesma classe em uma lista ou coleção.

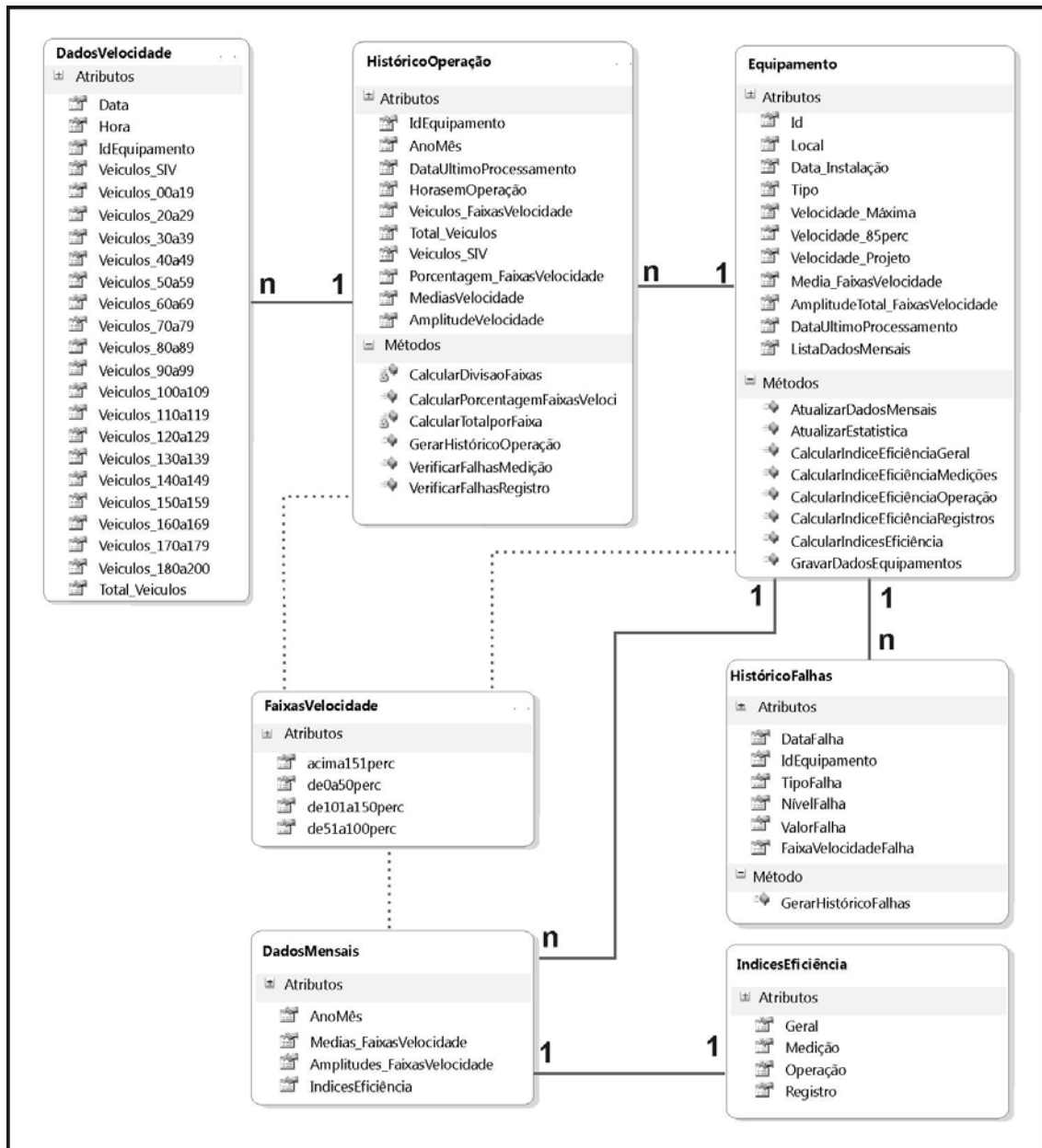


Figura 4.7 - Diagrama de Classes do Sistema Especialista

4.4.4 Dicionário de dados

O Dicionário de dados faz a especificação dos atributos de cada classe que compõe o projeto. Nesta especificação deve constar o tipo de variável e uma descrição que facilite a implementação de cada classe no sistema independente da plataforma em que o mesmo será construído e implementado. As Tabelas de 4.14 a 4.20 mostram o dicionários de dados para cada classe.

Tabela 4.14 - Dicionário de Dados – Classe FaixasVelocidade

Classe: FaixasVelocidade		
Atributo	Tipo	Descrição
de0a50perc	Decimal	Quantidade ou percentual de veículos que trafegam entre 0 e 50 % da velocidade regulamentada
de51a100perc	Decimal	Quantidade ou percentual de veículos que trafegam entre 51% e 100 % da velocidade regulamentada
de101a150perc	Decimal	Quantidade ou percentual de veículos que trafegam entre 101% e 150 % da velocidade regulamentada
acima151perc	Decimal	Quantidade ou percentual de veículos que trafegam acima de 151 % da velocidade regulamentada

Tabela 4.15 - Dicionário de Dados – Classe Equipamento

Classe: Equipamento		
Atributo	Tipo	Descrição
Id	Inteiro	Identificação do equipamento - chave primária
Data_Instalação	Data	Data de instalação do equipamento
Local	Texto	Local de instalação do equipamento
Tipo	Texto	Tipo de equipamento-Discreto,Lombada, etc...
Velocidade_85perc	Inteiro	Velocidade de 85% dos veículos que trafegam pelo local
Velocidade_Máxima	Inteiro	Velocidade regulamentada no local
Velocidade_Projeto	Inteiro	Velocidade de projeto para o local
Médias_FaixasVelocidade	FaixasVelocidade	Estatística acumulada do local em relação às porcentagens de veículos que trafegam nas faixas de velocidade definidas
AmplitudeTotal_FaixasVelocidade	FaixasVelocidade	Estatística acumulada do local em relação às porcentagens de veículos que trafegam nas faixas de velocidade definidas.
DataUltimoProcessamento	Data	Data em que foi registrada a última importação de dados para o monitoramento
ListaDadosMensais	DadosMensais	Lista de objetos do tipo DadosMensais. Quantidade de itens na lista indefinida.

Tabela 4.16 - Dicionário de Dados – Classe DadosMensais

Classe: DadosMensais		
Atributo	Tipo	Descrição
AnoMês	Texto	Ano e o mês de referência do histórico
Medias_FaixasVelocidade	Decimal	Estatística mensal do equipamento em relação às porcentagens de veículos que trafegam nas faixas de velocidade definidas.
Amplitudes_FaixasVelocidade	Decimal	Estatística mensal do equipamento em relação às porcentagens de veículos que trafegam nas faixas de velocidade definidas.
IndicesEficiência	Indices Eficiência	Valores para a classe IndicesEficiência.

Tabela 4.17 - Dicionário de Dados – Classe HistóricoOperação

Classe: HistóricoOperação		
Atributo	Tipo	Descrição
IdEquipamento	Inteiro	Identificação do equipamento – chave estrangeira / composta
AnoMês	Texto	Ano e o mês de referência do histórico – chave composta
DataÚltimoProcessamento	Data	Última data do mês em que os dados foram carregados.
HorasemOperação	Inteiro	Total de horas que o equipamento efetivamente funcionou durante o mês.
Veículos_FaixasVelocidade	FaixasVelocidade	Volume dos veículos trafegando nas faixas de velocidade definidas.
Total_Veículos	Inteiro	Volume total de veículos detectados pelo equipamento
Veículos_SIV	Inteiro	Volume de veículos cujas velocidades não foram registradas
Porcentagem_FaixasVelocidade	FaixaVelocidade	Quantidade total de veículos divididos pelas faixas de velocidade definidas.
MédiasVelocidade	FaixaVelocidade	Estatística do mês no local em relação às porcentagens de veículos que trafegam nas faixas de velocidade definidas.
AmplitudeVelocidade	Faixas Velocidade	Estatística do mês no local em relação às porcentagens de veículos que trafegam nas faixas de velocidade definidas.

Tabela 4.18 - Dicionário de Dados – Classe ÍndicesEficiência

Classe: ÍndicesEficiência		
Atributo	Tipo	Descrição
Índice_EficiênciaGeral	Decimal	Índice geral de eficiência que computa todos os demais índices em um só. Variação de 0 - apresentou todos os tipos de falhas - a 10 - sem falhas. Ver equação (3).
Índice_EficiênciaMedições	Inteiro	Índice que computa as falhas nas medições de velocidade. Variação de 0 - apresentou pelo menos uma falha grave - a 10 - sem falhas. Ver equação (1).
Índice_EficiênciaRegistros	Inteiro	Índice que computa as falhas nos registros de velocidade dos veículos. Variação de 0 - apresentou falha grave - a 10 - sem falhas.
Índice_EficiênciaOperação	Decimal	Índice que computa a porcentagem de horas no mês em que o EFEV não funcionou. Variação de 0 - não funcionou durante todo o mês - a 10 - funcionamento Inteiro durante todas as horas do mês. Ver equação (2).

Tabela 4.19 - Dicionário de Dados – Classe DadosVelocidade

Classe: DadosVelocidade		
Atributo	Tipo	Descrição
Data	Data	Data de coleta dos dados – chave composta
Hora	Inteiro	Armazena a hora da coleta dos dados. Caso o valor seja de 0 a 23, significa que os dados estão agrupados por hora. Caso o valor seja 24, significa que os dados estão agrupados por dia – chave composta.
IdEquipamento	Inteiro	Identificador do equipamento – chave estrangeira / composta
Veiculos_SIV	Inteiro	Volume de veículos cujas velocidades não foram registradas no período.
Veiculos_00a19	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 0 a 19 Km/h
Veiculos_20a29	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 20 a 29 Km/h
Veiculos_30a39	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 30 a 39 Km/h
Veiculos_40a49	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 40 a 49 Km/h
Veiculos_50a59	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 50 a 59 Km/h
Veiculos_60a69	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 60 a 69 Km/h
Veiculos_70a79	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 70 a 79 Km/h
Veiculos_80a89	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 80 a 89 Km/h
Veiculos_90a99	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 90 a 99 Km/h
Veiculos_100a109	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 100 a 109 Km/h
Veiculos_110a119	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 110 a 119 Km/h
Veiculos_120a129	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 120 a 129 Km/h
Veiculos_130a139	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 130 a 139 Km/h
Veiculos_140a149	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 140 a 149 Km/h
Veiculos_150a159	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 150 a 159 Km/h
Veiculos_160a169	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 160 a 169 Km/h
Veiculos_170a179	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 170 a 179 Km/h
Veiculos_180a200	Inteiro	Volume de veículos com velocidade de 180 a 200 Km/h

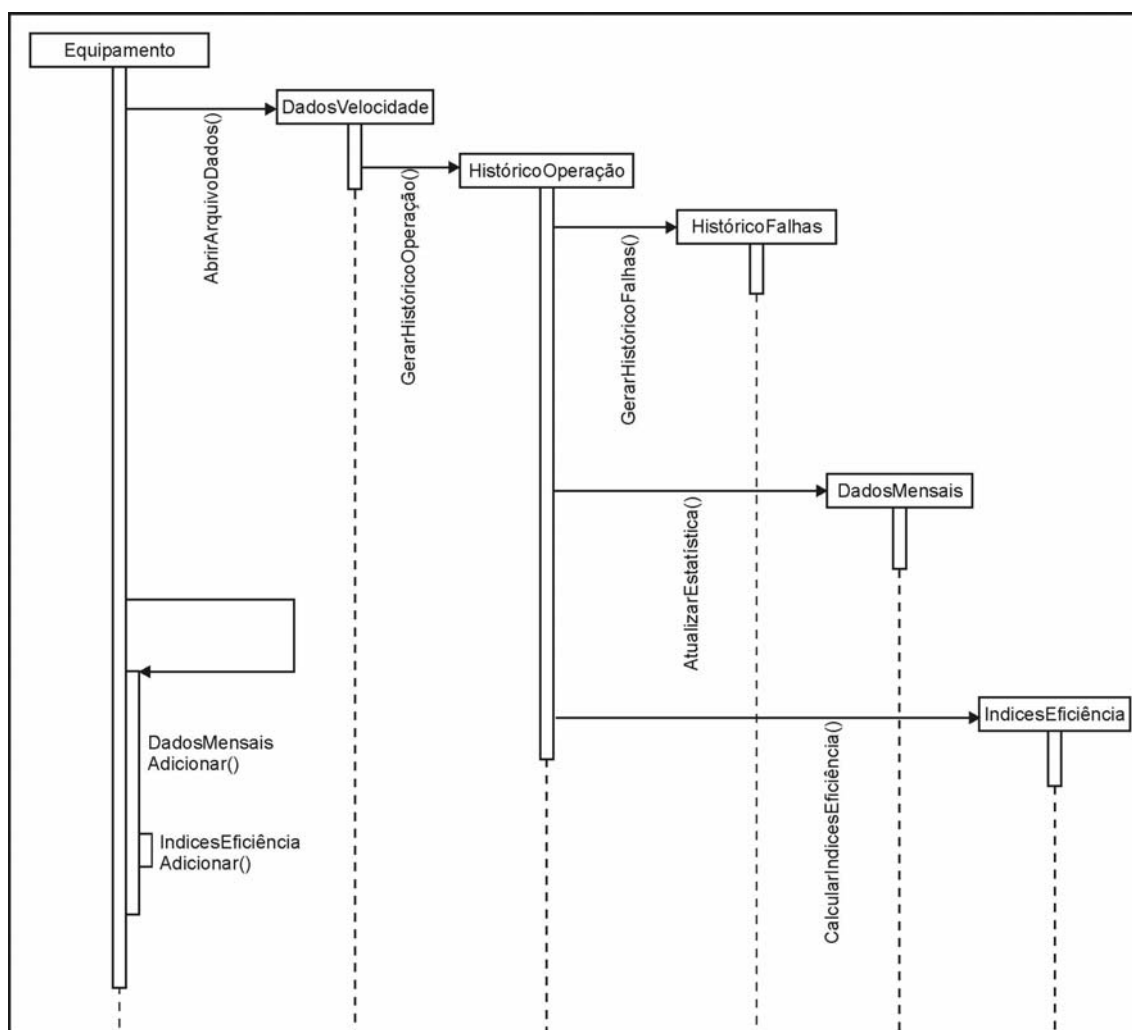
Tabela 4.20 - Dicionário de Dados – Classe HistóricoFalhas

Classe: HistóricoFalhas		
Atributo	Tipo	Descrição
DataFalha	Data	Data de ocorrência da falha – chave composta
IdEquipamento	Inteiro	Identificador do equipamento – chave estrangeira / composta.
TipoFalha	Texto	Opções entre: “Medição”, “Registro” ou “Operação”.
Falha	Texto	Valor encontrado e o número da faixa de velocidade (xx.xxx – Faixa y).
NívelFalha	Texto	Opções entre: “Grave”, “Média” ou “Leve”.
ValorFalha	Decimal	Valor que indicou a ocorrência da falha.
FaixaVelocidadeFalha	Inteiro	Número identificador da faixa onde a falha ocorreu. Variação de 1 a 4.

4.4.5 Diagramas de sequência

Os Diagramas de sequência são responsáveis por mostrar o fluxo dos objetos e suas durações dentro dos métodos das classes e módulos do aplicativo durante o processamento de determinada função. A Figura 4.8 apresenta o diagrama de sequência da função “Monitorar Equipamentos”, que é a principal função do sistema.

Figura 4.8 - Diagrama de Sequência – Monitorar Equipamentos



4.4.6 Arquivos Auxiliares

O sistema proposto será alimentado por relatórios fornecidos pelas empresas operadoras. Estes formulários deverão ser no padrão texto (.txt), formato este com alta portabilidade, independente do tipo de SGBD que as empresas operadoras utilizem para gerar os relatórios.

Assim, os arquivos de entrada deverão seguir um padrão conforme mostrado na Tabela 4.21, com cada campo separado por tabulações. Qualquer erro ou desvio

neste padrão inviabilizará a importação dos dados para o sistema especialista. Um exemplo deste arquivo está mostrado na Figura 4.9.

Tabela 4.21 - Formato do arquivo de entrada dos dados

Loca l	Descrição	Formato	Observações
1ª Linha	Informações do arquivo	XXXX-YYYY-MM	XXXX= IdEquipam. YYYY = Ano MM = Mês (Inteiro entre – 01 a 12)
2ª Linha	Títulos das colunas	"Dia" "Hora" "S/I/V" "0-19" "20-29" "30-39" "40-49" "50-59" "60-69" "70-79" "80-89" "90-99" "100-109" "110-119" "120-129" "130-139" "140-149" "150-159" "160-169" "170-179" "180-200" "Total"	Todos os campos = Texto, separados por tabulações
3ª Linha	Soma das colunas	[Vazio] [Vazio] [S/I/V] [0-19] [20-29] [30-39] [40-49] [50-59] [60-69] [70-79] [80-89] [90-99] [100-109] [110-119] [120-129] [130-139] [140-149] [150-159] [160-169] [170-179] [180-200] [Total]	Todos os campos = Inteiro, separados por tabulações
4ª Linha em diante	Valores de cada coluna	[Data] [Hora] [S/I/V] [0-19] [20-29] [30-39] [40-49] [50-59] [60-69] [70-79] [80-89] [90-99] [100-109] [110-119] [120-129] [130-139] [140-149] [150-159] [160-169] [170-179] [180-200] [Total]	Data = Data Hora = Inteiro (entre 00 a 24) Restante dos campos = Inteiro

Dia	Hora	S	I	V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99
01/03/2008	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/03/2008	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03/03/2008	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04/03/2008	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05/03/2008	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06/03/2008	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/03/2008	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/03/2008	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09/03/2008	24	376	1	31	1188	1576	91	12	4	0	0	0	0
10/03/2008	24	561	1	78	2037	2754	143	13	3	1	0	0	0
11/03/2008	24	669	2	118	2826	3860	213	18	3	0	0	0	0
12/03/2008	24	696	0	78	2726	3308	178	14	7	0	0	0	0
13/03/2008	24	711	0	89	2458	3494	211	16	1	0	0	0	0
14/03/2008	24	587	7	119	2991	3164	99	5	0	0	0	0	0
15/03/2008	24	527	3	65	1945	2593	117	8	0	0	0	0	0
16/03/2008	24	485	0	37	1302	2402	147	15	5	0	0	0	0
17/03/2008	24	635	1	67	2281	3433	176	24	2	0	0	0	0
18/03/2008	24	646	2	104	2498	3541	171	17	7	0	0	0	0
19/03/2008	24	1126	1	103	2849	3552	181	21	7	0	0	0	0
20/03/2008	24	758	3	74	2379	3413	212	25	7	1	0	0	0
21/03/2008	24	614	1	56	1483	2346	152	26	3	0	0	0	0
22/03/2008	24	727	0	63	1953	3154	184	35	5	0	0	0	0
23/03/2008	24	475	0	47	1720	2374	109	13	3	0	0	0	0
24/03/2008	24	644	7	85	2394	3341	160	17	2	0	0	0	0
25/03/2008	24	606	8	88	2560	3413	172	15	0	0	0	0	0
26/03/2008	24	647	0	124	2579	3324	154	12	0	0	0	0	0
27/03/2008	24	600	17	87	2454	3594	171	29	8	0	0	0	0
28/03/2008	24	705	1	74	2263	3265	175	19	3	1	0	0	0
29/03/2008	24	142	1	32	620	815	35	9	2	1	0	0	0
30/03/2008	24	282	1	31	807	1147	66	5	0	0	0	0	0
31/03/2008	24	642	1	61	2483	3596	172	26	3	0	0	0	0

Figura 4.9 - Exemplo de formato de arquivo de entrada

Quanto aos demais arquivos auxiliares, eles deverão estar ligados às classes Equipamento, HistóricoOperação e HistóricoFalhas, e deverão ser no padrão texto com a extensão “.txt” ou outras extensões específicas, e seus formatos de acordo com os atributos de cada classe. O sistema deverá ser capaz tanto de ler quanto escrever nos arquivos.

4.5 Resumo

Neste capítulo encontram-se descritas as etapas iniciais de desenvolvimento do sistema especialista para monitoramento da operação dos equipamentos de FEV, conforme os padrões e melhores práticas executadas no mercado para o desenvolvimento de sistemas.

A etapa de levantamento de requisitos foi a mais demorada em função da quantidade de dados levantados para a validação dos requisitos, e das análises estatísticas requeridas para esta validação. Esta etapa foi a mais relevante do desenvolvimento do sistema, pois nela constatou-se a viabilidade da construção do sistema especialista inicialmente sugerido.

A etapa da modelagem lógica mostrou o “cerne” do sistema especialista, ou seja, a partir da documentação apresentada na modelagem lógica, qualquer programador ou analista de sistemas pode construir ou reproduzir este sistema, sem a necessidade de conhecimentos profundos na área de Engenharia de Tráfego ou de Engenharia de Transportes.

A seguir, no Capítulo 5, serão demonstradas as etapas finais do desenvolvimento do sistema especialista que são as etapas de construção e implantação do sistema, cuja denominação sugerida é “SEMOR – Sistema Especialista de Monitoramento da Operação de Radares”.

5. CONSTRUÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO “SEMOR” - SISTEMA ESPECIALISTA PARA MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO DE RADARES

5.1 Construção do sistema

O primeiro passo da construção do SEMOR (Sistema Especialista para Monitoramento da Operação de Radares), como foi denominado o sistema proposto, foi a escolha da plataforma de desenvolvimento. Stolz (2007) elaborou uma grande pesquisa em relação às práticas de monitoramento do tráfego em órgãos de trânsito estaduais nos EUA. Nesta pesquisa, um dos itens é a utilização e desenvolvimento de aplicativos proprietários para a realização de monitoramentos específicos, que apontou a utilização em grande escala da plataforma Visual Basic. Aliado a isto, a UFRJ em parceria com a Microsoft®, que também é fabricante da plataforma de desenvolvimento “Visual Basic”, possui um programa chamado MSDNAA (Microsoft, 2008), onde é disponibilizado gratuitamente aos laboratórios, professores e alunos de graduação e pós-graduação licenças de uso de aplicativos, plataformas de desenvolvimento e sistemas operacionais. Assim, foram adquiridos junto ao programa MSDNAA os sistemas operacionais Windows Vista, Windows XP e o Visual Studio 2008, que dentre as aplicações que compõem o seu ambiente de desenvolvimento integrado, possui o Visual Basic 2008, plataforma esta escolhida para o desenvolvimento do sistema especialista.

As diretrizes para a construção do sistema foram as seguintes:

- a) O sistema especialista deverá ser leve e necessitar de pouco processamento para poder ser executado em quaisquer configurações de processadores e memórias, pois nem todos os municípios e os órgãos gestores realizam regularmente a manutenção e a atualização dos computadores utilizados nas suas centrais de operação e estações de trabalho de pequeno porte.
- b) O sistema especialista deverá não depender de SGBD's para facilitar a sua portabilidade e a sua instalação. Os arquivos de dados e informações deverão ser armazenados e mantidos em arquivos proprietários, no formato de texto, conforme descrito na etapa de modelagem do sistema.

O computador escolhido para a construção do sistema foi um *desktop*, com processador Pentium IV 2.2Ghz e memória RAM de 1Gb. O sistema operacional escolhido para a construção do sistema foi o Windows Vista, onde foi instalada a plataforma de desenvolvimento Visual Studio 2008.

5.2 Telas do sistema

A interface gráfica do SEMOR está mostrada nas figuras de 5.1 a 5.7, onde estão exibidas as telas do aplicativo.

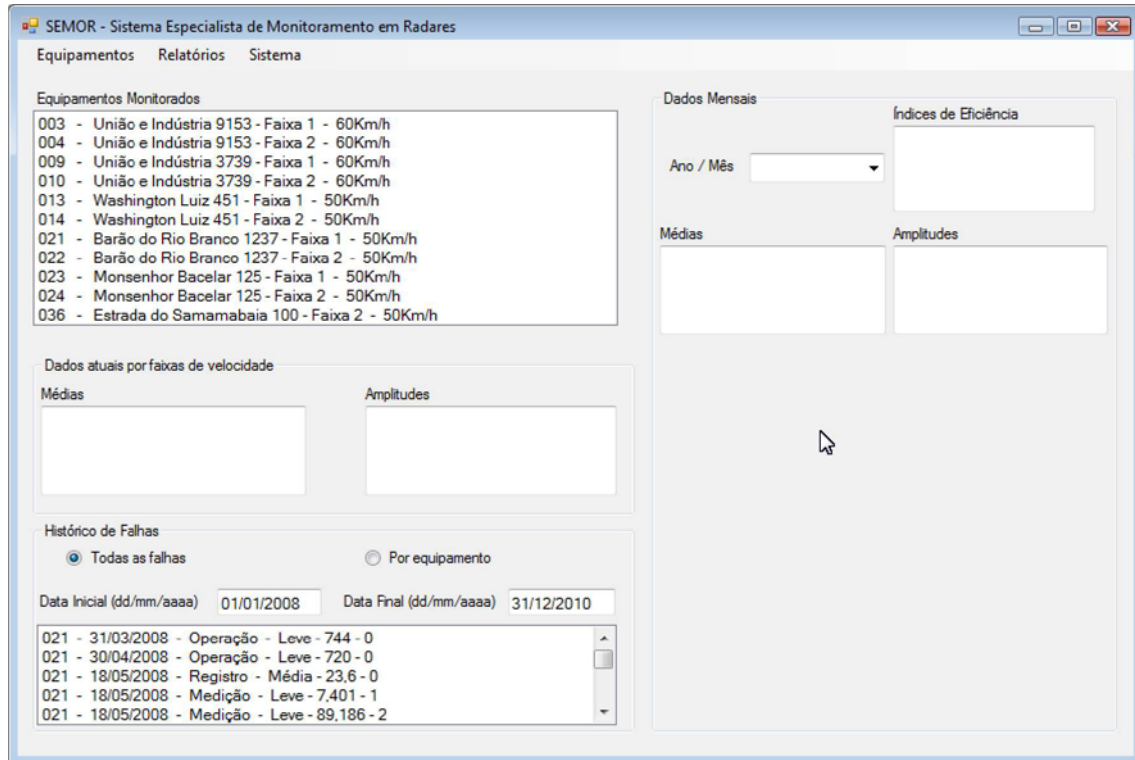


Figura 5.1 - Tela inicial do sistema especialista, sem nenhum tipo de monitoramento realizado

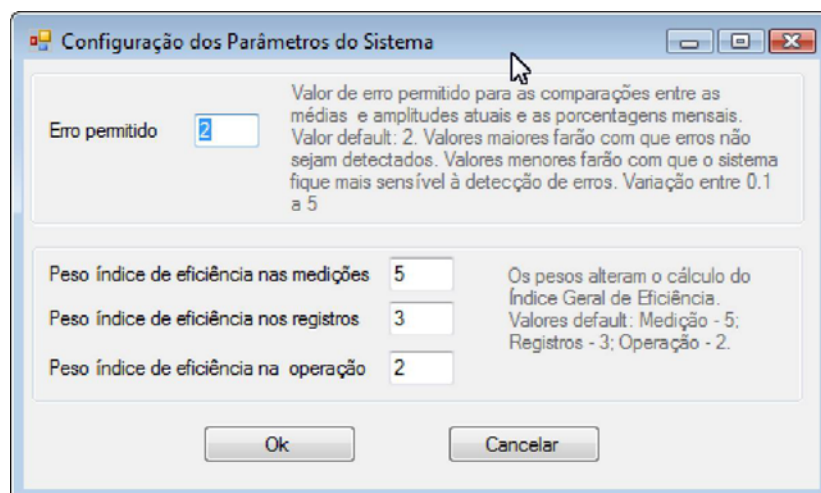


Figura 5.2 - Tela de alteração dos parâmetros do sistema

Cadastro de Equipamento

Número (ID) 003 Data Instalação 01/03/2008 Tipo Discreto

Local União e Indústria 9153 - Faixa 1

Velocidade Máxima 60 Velocidade 85% 58 Velocidade Projeto 100

Ok Fechar Limpar AlterarDados

Equipamentos Cadastrados

- 003 - União e Indústria 9153 - Faixa 1-01/03/2008
- 004 - União e Indústria 9153 - Faixa 2-01/03/2008
- 009 - União e Indústria 3739 - Faixa 1-01/03/2008
- 010 - União e Indústria 3739 - Faixa 2-01/03/2008
- 013 - Washington Luiz 451 - Faixa 1-01/03/2008
- 014 - Washington Luiz 451 - Faixa 2-01/03/2008
- 021 - Barão do Rio Branco 1237 - Faixa 1-01/03/2008
- 022 - Barão do Rio Branco 1237 - Faixa 2-01/03/2008
- 023 - Monsenhor Bacelar 125 - Faixa 1-01/03/2008
- 024 - Monsenhor Bacelar 125 - Faixa 2-01/03/2008
- 036 - Estrada do Samambaia 100 - Faixa 2-01/07/2010

Figura 5.3 - Tela de cadastro de equipamentos

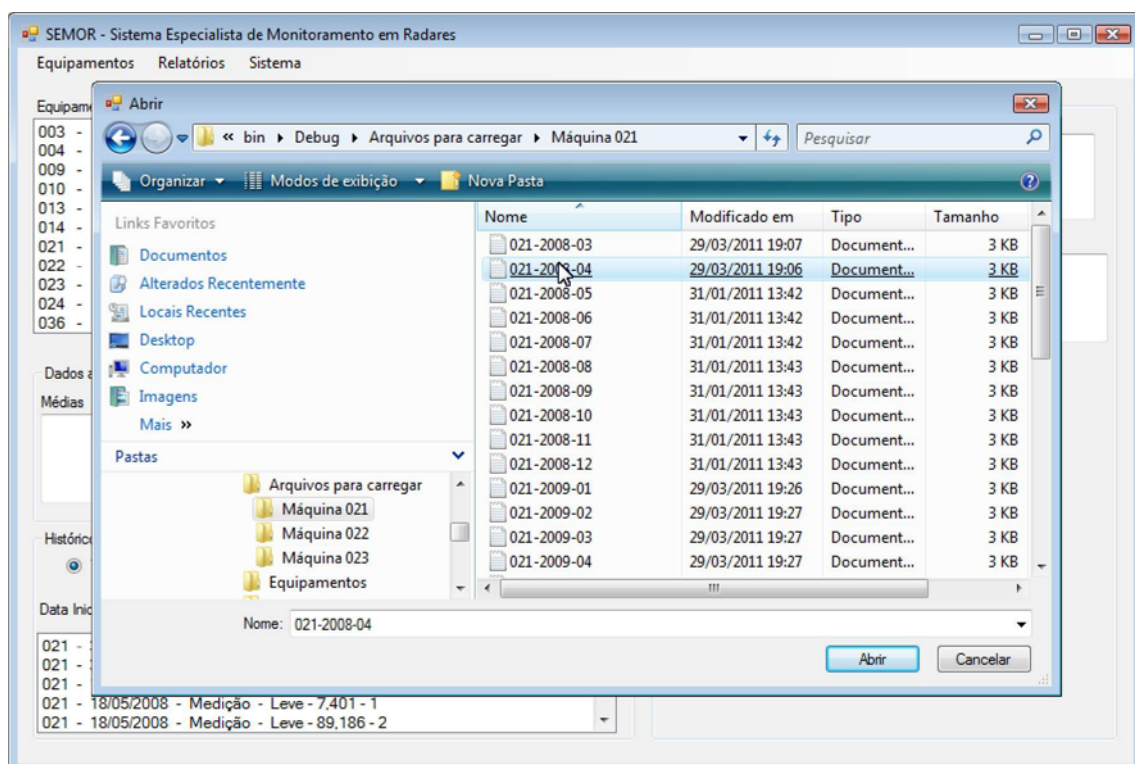


Figura 5.4 - Tela de importação de dados para a alimentação do sistema especialista

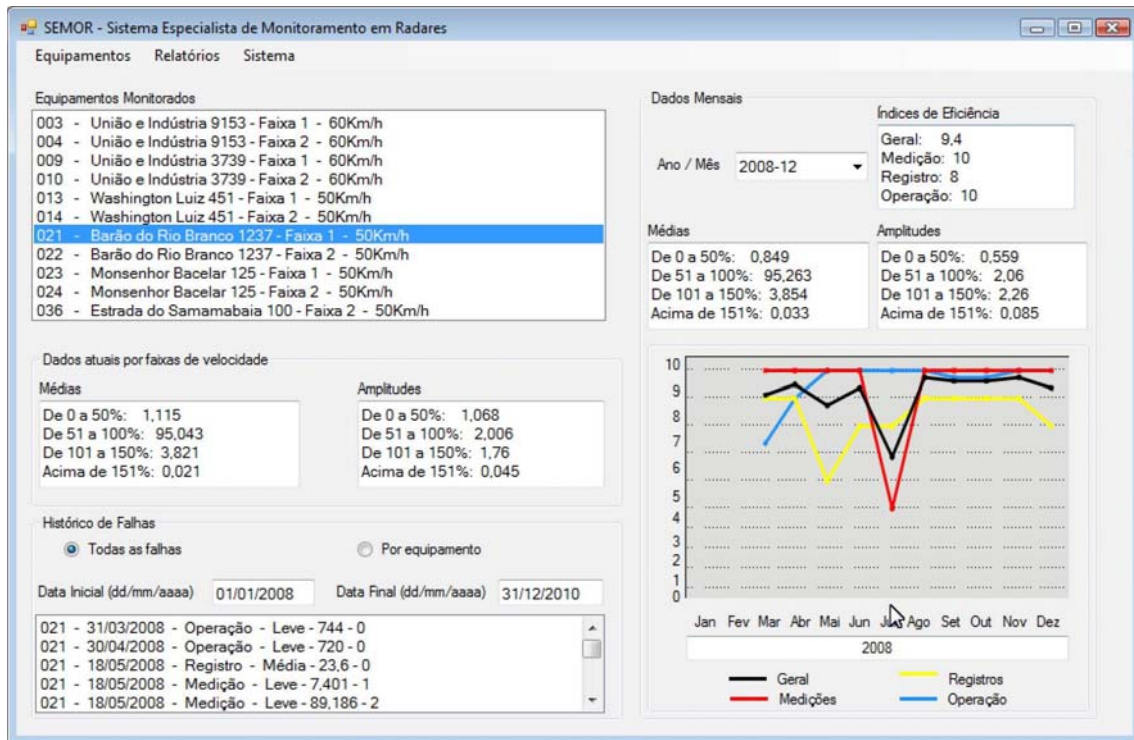


Figura 5.5 - Tela com o resultado de monitoramento de um equipamento

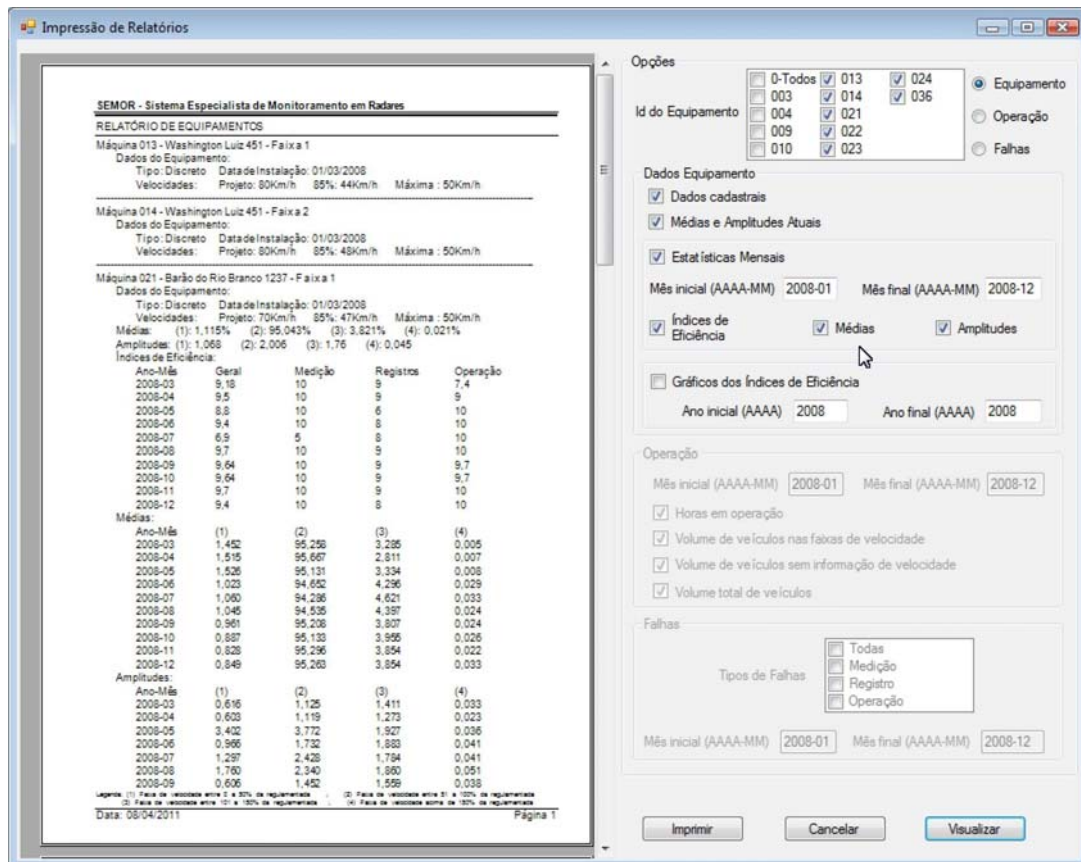


Figura 5.6 - Tela de configuração de impressão para relatório de equipamentos

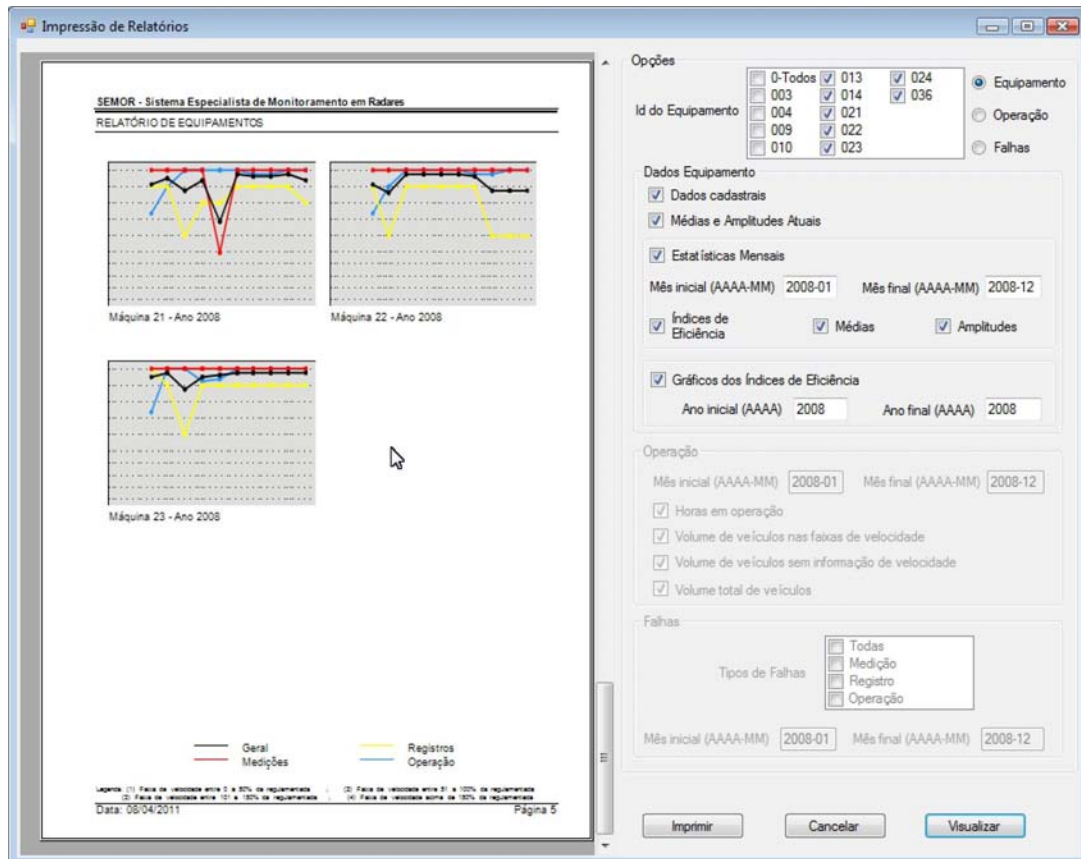


Figura 5.7 - Tela de configuração de impressão de gráficos dos índices de eficiência

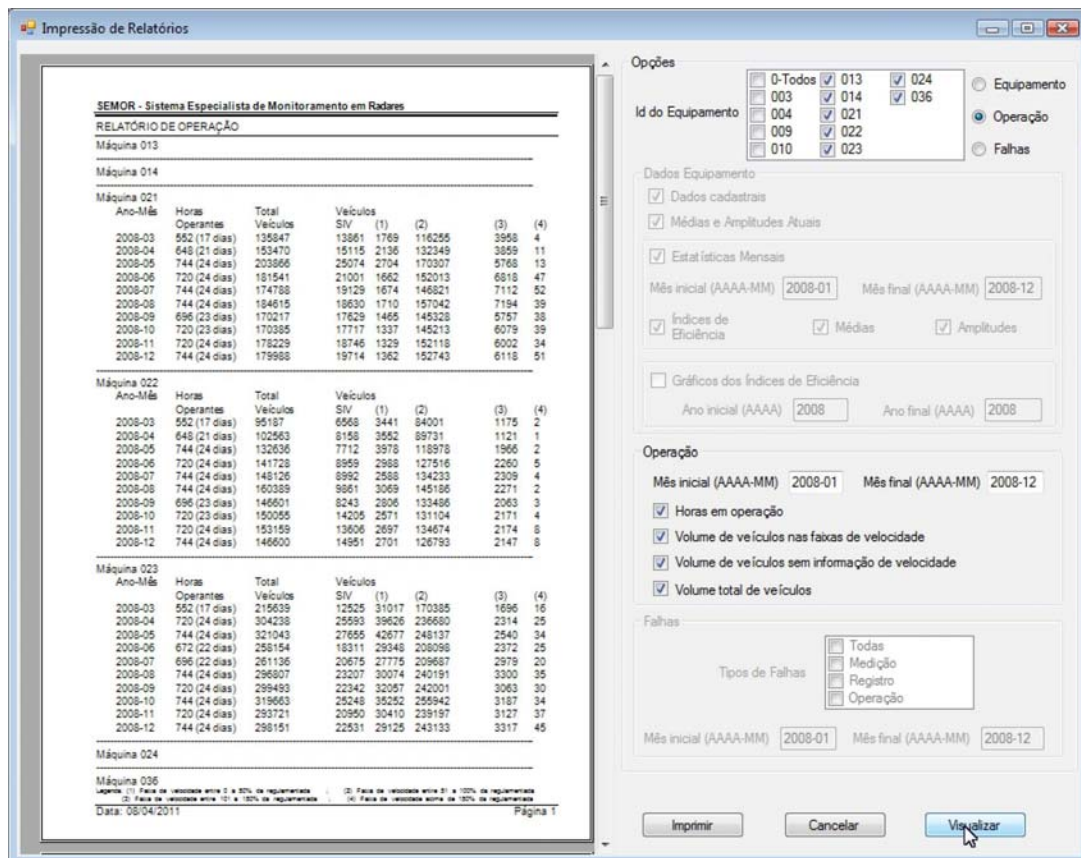


Figura 5.8 - Tela de configuração de impressão para relatório de operação

SEMOR - Sistema Especialista de Monitoramento em Radares
RELATÓRIO DE FALHAS

Máquina 0-Todos

Máquina 003

Máquina 004

Máquina 009

Máquina 010

Máquina 013

Máquina 014

Máquina	Data	Operação	Faixa	Valor
Máquina 021	31/03/2008	Operação-Leve	Faixa0	744
	30/04/2008	Operação-Leve	Faixa0	720
	18/05/2008	Registro-Méda	Faixa0	23,6
		Medição-Leve	Faixa1	7,401
	06/07/2008	Medição-Méda	Faixa2	89,186
			Faixa4	90,951
				5,523
Máquina 022	31/03/2008	Operação-Leve	Faixa0	744
	21/04/2008	Registro-Méda	Faixa0	42,42
	30/04/2008	Operação-Leve	Faixa0	720
	17/05/2008	Medição-Leve	Faixa1	21,262
	02/10/2008	Registro-Méda	Faixa2	76,402
	06/10/2008	Registro-Méda	Faixa0	32,54
Máquina 023	31/03/2008	Operação-Leve	Faixa0	744
	23/05/2008	Registro-Méda	Faixa0	21,64
	25/05/2008	Registro-Méda	Faixa0	25,29

Máquina 024

Máquina 036

Legenda: (1) Faixa de velocidade entre 0 e 30% do regulamentado. (2) Faixa de velocidade entre 31 e 100% do regulamentado. (3) Faixa de velocidade entre 101 e 150% do regulamentado. (4) Faixa de velocidade acima de 150% do regulamentado.

Data: 08/04/2011 Página 1

Opções

☒ 0-Todos ☒ 013 ☒ 024
☒ 003 ☒ 014 ☒ 036
☒ 004 ☒ 021
☒ 009 ☒ 022
☒ 010 ☒ 023

☐ Equipamento
☐ Operação
☒ Falhas

Dados Equipamento

☒ Dados cadastrais
☒ Médias e Amplitudes Atuais

☒ Estatísticas Mensais
Mês inicial (AAAA-MM) 2008-01 Mês final (AAAA-MM) 2008-12

☒ Índices de Eficiência ☒ Médias ☒ Amplitudes

☐ Gráficos dos Índices de Eficiência
Ano inicial (AAAA) 2008 Ano final (AAAA) 2008

Operação

Mês inicial (AAAA-MM) 2008-01 Mês final (AAAA-MM) 2008-12

☒ Horas em operação
☒ Volume de veículos nas faixas de velocidade
☒ Volume de veículos sem informação de velocidade
☒ Volume total de veículos

Falhas

Tipos de Falhas: ☒ Todas ☒ Medição ☒ Registro ☒ Operação

Mês inicial (AAAA-MM) 2008-01 Mês final (AAAA-MM) 2008-12

Figura 5.9 - Tela de configuração de impressão para relatório de falhas

Os relatórios gerados pelas telas de visualização mostradas nas figuras 5.7 a 5.9 estão exemplificados no Apêndice IV deste trabalho, para melhor verificação dos mesmos. Estes relatórios são o produto final do SEMOR, e irão fornecer aos técnicos e diretores dos órgãos gestores e municípios um melhor conhecimento sobre a operação dos seus sistemas de fiscalização eletrônica de velocidade.

5.3 Arquivos auxiliares

Com relação aos arquivos utilizados pelo sistema, tanto os de entrada, quanto os de saída, a estrutura das pastas de armazenamento é a mostrada na Figura 5.10. “Os arquivos de saída do sistema terão a extensão “.mre” (que contém os dados dos equipamentos), “.mro” (que contém os dados dos históricos de operação), e “.mrf” (que contém os dados dos históricos de falhas).

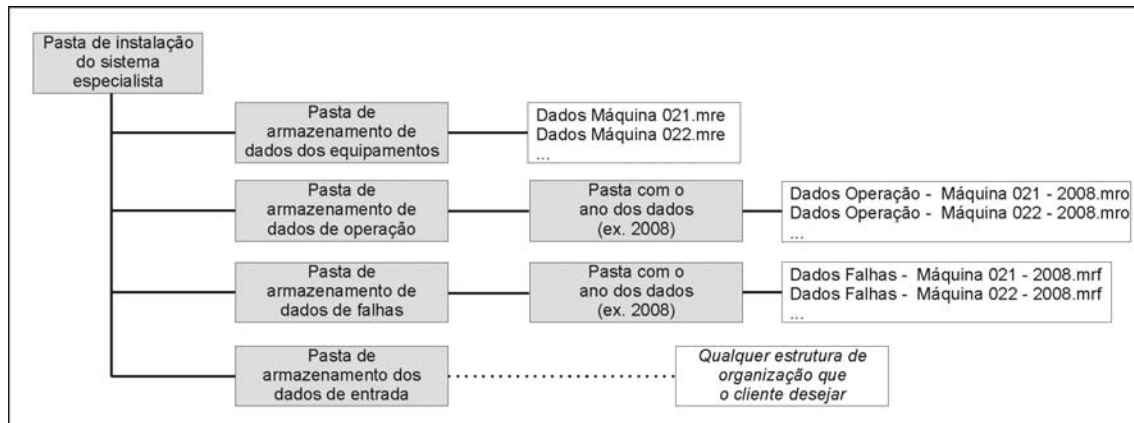


Figura 5.10 - Estrutura de pastas e arquivos do sistema especialista

Já os arquivos de entrada de dados devem ter a extensão “.txt” que é a extensão padrão para arquivos do tipo texto. Estes arquivos devem estar dentro do padrão mostrado na Figura 4.7. Para a construção do sistema utilizou-se arquivos mensais completos. Assim para a utilização do sistema, o usuário ou cliente deve monitorar seus equipamentos ao final de cada mês, que é geralmente o intervalo de remuneração de contratos. Também foi verificado durante os testes de confiabilidade, que a maioria das falhas graves apresentadas não ocorre de um dia para outro e sim, apresentam-se de uma forma mais leve que vai se agravando ao longo de dias ou meses. Assim o intervalo mensal de monitoramento é aceitável

5.4 Testes e implantação do sistema

Durante a etapa de construção e codificação do sistema, foram executados os seguintes testes no sistema especialista, para avaliar o andamento da construção e validar funções internas durante a fase de escrita do código-fonte:

- a) Testes unitários, onde cada função foi testada para verificar a entrada e saída das funções e rotinas, bem como o fluxo dos dados e variáveis dentro de cada uma.
- b) Testes de caixa branca, onde foram verificados os fluxos dos objetos e variáveis pelas funções de forma integrada, bem como verificar todas as estruturas de dados e de classes modelados.

Para estes testes durante a construção do sistema foram utilizados, além dos arquivos em format txt usados nas análises estatísticas durante a etapa de modelagem do sistema, mais dados históricos das máquinas em estudo, perfazendo um total de 408

arquivos testados. Esses 408 arquivos representam os dados mensais de medições de velocidade durante 03 anos de operação dos equipamentos listados na Tabela 4.3.

Após a sua construção, o sistema especialista foi compilado e foi criado um arquivo de instalação, utilizando dois aplicativos separados: o próprio Visual Basic 2008 que compilou o programa e gerou o arquivo executável; e os aplicativos “Inno Setup Versão 5” e “ISTool” que permitiram a criação de um arquivo de instalação para o sistema operacional Windows. A primeira tela de instalação do sistema especialista está mostrada na Figura 5.11. Assim, o sistema especialista foi instalado em dois sistemas operacionais (SO) diferentes para a execução de testes de caixa preta, onde cada função ou objetivo do aplicativo é testado, sem ter acesso à estrutura interna do aplicativo.

Os computadores onde o SEMOR foi instalado para testes de desempenho e testes finais foram:

- a) Um *Lap-top*, com processador Intel Celeron M430 de 1.73Ghz, memória de 512Mb, e sistema operacional Vista 32 Bits.
- b) Um *Desktop*, com processador AMD Sempron 3300 de 1.8Ghz e memória de 512Mb, e sistema operacional Windows XP 32 Bits.

As instalações do SEMOR ocorreram sem problemas nas duas versões de computadores listadas acima. Com relação aos testes de desempenho, foram testadas as principais funções do aplicativo, sendo que a que merece destaque foi a importação dos arquivos de dados. Neste teste foram inseridos os dados de três anos de funcionamento de quatro máquinas, perfazendo um total de 136 arquivos. Destes 136 arquivos, 14 foram rejeitados pelo sistema especialista por apresentaram inconsistências, como por exemplo, dias faltantes ou campos em branco. Estes erros foram corrigidos manualmente um por um utilizando o aplicativo “Bloco de Notas” existente nos dois sistemas operacionais, que permite a edição de arquivos formato texto, e os arquivos foram normalmente importados e processados pelo sistema.

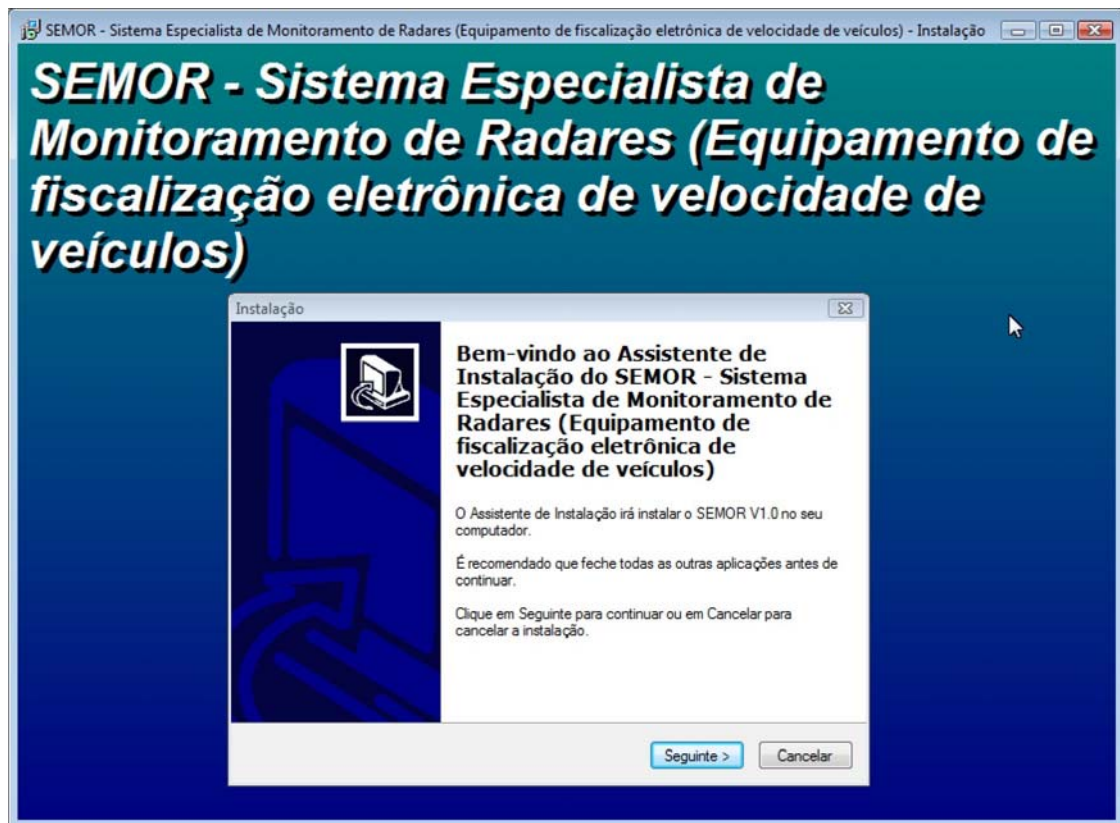


Figura 5.11 - Tela do aplicativo de instalação do sistema especialista

Assim, a única restrição encontrada na utilização do SEMOR e que merece ser destacada foi a dependência de um aplicativo adicional para corrigir os erros nos arquivos de entrada de forma manual, já que durante a etapa de desenvolvimento, não foi prevista uma função para a correção automática de erros nos arquivos de entrada de dados. Esta função pode ser desenvolvida posteriormente e ser adicionada ao sistema em futuras versões.

5.5 Resumo

Neste capítulo foi mostrada a etapa de codificação e construção do sistema especialista em ambiente computacional, bem como as fases de instalação e de testes. Este sistema foi denominado de SEMOR (Sistema Especialista para Monitoramento da Operação de Radares).

Os objetivos esperados foram atingidos, já que o sistema especialista obteve os mesmos resultados que a planilha eletrônica utilizada para a análise e validação dos requisitos descritas no Capítulo 4, mais especificamente no que diz respeito à

identificação de falhas na operação dos equipamentos de FEV, principal requisito do sistema especialista.

Estas falhas foram classificadas em falhas na medição da velocidade (erros nos cálculos das medições de velocidade dos veículos), falhas no registro de veículos (não detecção da presença e da passagem de veículos) e falhas na operação (equipamentos sem funcionar durante longo período de tempo). Sem monitoramento adequado estas falhas podem levar meses para serem corretamente identificadas, principalmente na questão das falhas de medição de velocidade, conforme ocorreu no estudo de caso, o município de Petrópolis, RJ.

Desta forma, o SEMOR proposto detecta em menos tempo a ocorrência as falhas listadas a partir dos dados coletados pelos equipamentos de FEV e também fornece índices de eficiência para qualificar o funcionamento destes equipamentos, facilitando desta forma aos municípios e órgãos gestores a inclusão de novas formas de remuneração dos serviços de fiscalização eletrônica de velocidade. Além disso, a partir da operação mais adequada dos equipamentos de FEV, a coleta de dados e informações será consistente, aumentando desta forma o aproveitamento destes dados aos diferentes níveis de planejamento do tráfego.

O SEMOR está pronto para ser distribuído e utilizado em computadores com requisitos mínimos de configuração de processadores e memórias, rodando sob a plataforma de sistemas operacionais da família Windows da Microsoft, que são os sistemas operacionais mais utilizados nos computadores de estações de trabalho de pequeno porte.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O crescimento da frota de veículos no Brasil vem acarretando à população em geral a degradação da qualidade de vida, em função da diminuição da mobilidade e do aumento da insegurança no tráfego. Nos últimos anos, observa-se que os órgãos gestores do trânsito estão cada vez mais adotando os chamados *ITS* (sigla do idioma inglês para Sistemas Inteligentes de Transporte – SIT) que significa a aplicação da telemática no gerenciamento da mobilidade e controle do trânsito.

A presente dissertação descreve um breve cenário das condições do tráfego urbano no Brasil. Em seguida, comentam-se as tecnologias existentes de equipamentos e dispositivos para detecção de veículos, que são base de funcionamento dos sistemas de controle de tráfego. Além disso, apresentam-se as especificações gerais sobre os tipos de detectores disponíveis no mercado mundial, bem como detalhes de utilização e de instalação, indicando as situações mais apropriadas para cada tipo de detector no que tange o seu melhor aproveitamento.

Conforme pode ser deduzido a partir de sua própria denominação, o *ITS* é um sistema que emprega a mais alta tecnologia para resolver problemas de trânsito e de operações de transportes. Entretanto, não existe sistema infalível. Com isso, no que pese sua altíssima capacidade de resolução de problemas, ainda assim, é necessário realizar aferições periódicas para atestar seu correto funcionamento.

Com a aplicação de questionários a órgãos gestores de 9 (nove) cidades brasileiras, sendo 7 (sete) capitais brasileiras e 2 (duas) cidades de médio porte, verificou-se que a maioria das cidades que utilizam os equipamentos de FEV não possui uma sólida base de conhecimento destes sistemas. Dentre as perguntas formuladas, duas não foram respondidas por nenhuma das cidades, sendo elas:

- Qual a quantidade de detectores instalados por tipo de via (de trânsito rápido, arterial, entre outros) ?
- Quais os dados coletados pelos detectores são utilizados no que diz respeito ao planejamento estratégico do tráfego?

A ausência de resposta para essas indagações, certamente se deve ao desconhecimento de todo o potencial de possibilidades de empregos diferenciados dos equipamentos de controle de tráfego, que não se aplique exclusivamente ao

controle de infrações. Por exemplo, alguns equipamentos de FEV podem informar a taxa de ocupação da via durante um determinado período, dado este que pode servir para a elaboração de projetos de ampliação de malha viária e de investimentos no transporte coletivo.

Por outro lado, a falta de resposta para estas indagações também pode ser devido à falta de hierarquização da malha urbana de algumas das cidades e/ou à ausência de organização ou controle dos empregos dos equipamentos de FEV. As demais respostas apontam para o fato de que dados por eles coletados são utilizados, praticamente, apenas para atuação no âmbito operacional.

Quanto às entrevistas estruturadas aplicadas em três empresas fabricantes de equipamentos e de Fiscalização Eletrônica de Infrações, que são mais utilizados para o controle de tráfego no Brasil (cerca de dez mil equipamentos em operação) verificou-se o seguinte:

- São raros os municípios que possuem metodologias próprias para fiscalizar a operação destes equipamentos;
- A maioria dos contratos de prestação dos serviços é baseada na forma de remuneração por quantidade ou percentual de multas aplicadas. Para garantir lisura deveria ser expressamente proibido a aplicação em toda e qualquer rubrica que implique em remuneração permanente, pois o objetivo é reduzir e até mesmo eliminar as infrações. Principalmente, o beneficiado com uma percentagem da arrecadação das multas é o próprio responsável pela manutenção dos aparelhos.

Estes dois fatos demonstram uma forma injusta e não confiável de fiscalização, pois estes equipamentos podem estar sendo adulterados e instalados em locais inadequados, sem risco eminente de acidentes, mas com tráfego intenso, a fim de possibilitar maior arrecadação pela quantidade de multas aplicadas. Por outro lado, nessas condições contratuais, os órgãos do Poder Público também são beneficiados com arrecadação indevida por conta da ausência de monitoramento mais frequente, ou melhor, a falta de monitoramento contínuo dos dados coletados para garantir a correta aferição dos equipamentos.

Por outro lado, notícias recentes de fraudes e esquemas ilegais em licitações de serviços de fiscalização eletrônica de infrações (Globo, 2011) sugerem que agora a

população está atentando para estas práticas ilegais e cobrando dos governantes uma postura ética em relação à fiscalização de infrações no tráfego.

O resultado da pesquisa bibliográfica sobre o tema demonstra que a maioria dos estudos e trabalhos na área da fiscalização eletrônica de velocidade foca nas metodologias de instalação. Porém não foi encontrado nenhum trabalho com objetivo de monitorar a operação e o funcionamento dos equipamentos de FEV.

A legislação brasileira regulamenta a aferição anual destes equipamentos, através do órgão de metrologia INMETRO. Porém o espaço de tempo de 01 (um) ano é demasiado longo para que possa evitar e corrigir as falhas que este trabalho comprovou a ocorrência, conforme o estudo de caso na cidade de Petrópolis, Rio de Janeiro, onde foram aplicados testes de confiabilidade em 10 (dez) dos 36 (trinta e seis) equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade instalados nas vias daquele município. Estes testes demonstraram a ocorrência de falhas de:

- Não detecção de veículos;
- Detecção duplicada de veículos;
- Medição errônea da velocidade dos veículos;
- Não medição da velocidade de veículos;
- Classificação errônea dos tipos de veículos;
- Não classificação dos veículos por tipo.

Esta dissertação apresentou na forma de um aplicativo, um sistema especialista para monitoramento da operação dos EFEV, denominado de “SEMOR”. Este sistema foi desenvolvido com base nas análises estatísticas realizadas, que comprovaram que através da variação da amplitude total dos percentuais de veículos trafegando em velocidades divididas em 4 (quatro) faixas, os tipos de falhas indicados nos testes de confiabilidade podem ser identificados. O SEMOR também utiliza as funções propostas neste trabalho para a medição de índices de eficiência, apresentando assim, uma melhor forma de qualificar o funcionamento dos EFEV.

A título de recomendações e trabalhos futuros, sugere-se:

1. Desenvolver e adicionar funções ao SEMOR para a determinação de falhas em relação à categorização de veículos, cujos testes de confiabilidade também indicaram a ocorrência de falhas. O sistema especialista focou apenas nas

falhas de medição de velocidade, que é a função alvo dos EFEV. Porém como comprovado nos testes de confiabilidade, também ocorrem falhas na categorização dos veículos por tipo.

2. Instalar e testar o SEMOR em cidades de grande porte, onde haja uma quantidade maior de equipamentos de FEV e conseqüentemente um volume maior de dados. Assim será possível refazer os testes de desempenho e realizar possíveis correções na estrutura dos dados na modelagem do sistema, caso seja necessário.
3. Desenvolver módulos de comunicação automáticos e de interface que permitam o acesso direto aos sistemas proprietários das empresas operadoras, de forma que seja possível recolher e inserir os dados automaticamente no sistema especialista, realizando assim o monitoramento dinâmico e em tempo real dos equipamentos de FEV sem a necessidade de interação humana.

Finalizando, a principal contribuição deste trabalho é facilitar o monitoramento contínuo da operação dos equipamentos de FEV por parte dos órgãos gestores que contratam o serviço de fiscalização eletrônica de empresas terceirizadas, tornando esta prática de fiscalização mais transparente e mais confiável. Desta forma, garante-se a eficiência no gerenciamento do tráfego, o que é de fundamental importância para promover uma maior segurança no trânsito.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akishino, P. (2004). *Aplicações de conceito de velocidade*. Notas de aula – curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná. Disponível em [\[http://www.dtt.ufpr.br/Trafego/Arquivos/TranspBCap07.pdf\]](http://www.dtt.ufpr.br/Trafego/Arquivos/TranspBCap07.pdf). Acessado em agosto de 2010.
- ANTP (2009). *Sistemas de informação de mobilidade urbana - Relatório Geral 2008*. Relatório Técnico. Disponível em [\[http://portal1.antp.net/site/simob/Downloads/Relat%C3%B3rio%20Geral%202008.pdf\]](http://portal1.antp.net/site/simob/Downloads/Relat%C3%B3rio%20Geral%202008.pdf). Acessado em julho de 2010.
- Barbosa, M. A. P. C e L. H. Piovezan (1992). A influência de dispositivos redutores de velocidade no desempenho do transporte coletivo urbano por ônibus. *Nota Técnica. SP 11/92, NT 158/92*. Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo. São Paulo. Disponível em [\[http://www.cetesp.com.br\]](http://www.cetesp.com.br). Acessado em agosto de 2010.
- BHTRANS (2008). *Sistemas que compõem o CIT (Controle Inteligente de Tráfego)* – Página na Internet. Disponível em: [\[http://www.bhtrans.pbh.gov.br/bhtrans/transito/cit.asp\]](http://www.bhtrans.pbh.gov.br/bhtrans/transito/cit.asp). Acessado em abril de 2008.
- BRASIL (1997). Código de Trânsito Brasileiro. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Brasília. Disponível em: [\[http://www.denatran.gov.br/Legislacao.htm\]](http://www.denatran.gov.br/Legislacao.htm). Acessado em abril de 2008.
- BRASIL (1998). Resolução Nº 39, de 21 de maio de 1998. *Estabelece padrões e critérios para a instalação de ondulações transversais e sonorizadores nas vias públicas disciplinados pelo parágrafo único do art. 94 do Código de Trânsito Brasileiro*. Disponível em [\[http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm\]](http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm). Acessado em abril de 2008.
- BRASIL (2002). Resolução Nº 141, de 03 de outubro de 2002. *Dispõe sobre o uso, a localização, a instalação e a operação de aparelho, de equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico para auxiliar na gestão do trânsito e dá outras providências*. Disponível em [\[http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm\]](http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm). Acessado em abril de 2008.
- BRASIL (2003). Resolução Nº 146, de 27 de agosto de 2003. *Dispõe sobre requisitos técnicos mínimos para a fiscalização da velocidade de veículos automotores, reboques e semi-reboques, conforme o Código de Trânsito Brasileiro*. Disponível em [\[http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm\]](http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm). Acessado em abril de 2008.
- BRASIL (2004) . Resolução Nº 165, de 10 de setembro de 2004. *Regulamenta a utilização de sistemas automáticos não metrológicos de fiscalização, nos termos do § 2º do artigo 280 do Código de Trânsito Brasileiro*. Disponível em [\[http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm\]](http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm). Acessado em abril de 2008.
- BRASIL (2006). Resolução Nº 202, de 25 de agosto de 2006. *Regulamenta a Lei nº 11.334 de 25 de julho de 2006, que alterou o artigo 218 da 9.503/97, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro*. Disponível em [\[http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm\]](http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm). Acessado em abril de 2008.

- BRASIL (2006a). Resolução Nº 214, de 13 de novembro de 2006. *Altera o art. 3º e o Anexo I, acrescenta o art. 5ºA e o Anexo IV na Resolução CONTRAN nº 146/03 e dá outras providências*. Disponível em [\[http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm\]](http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm). Acessado em abril de 2008.
- Calixto, S. A. (2006). *Classificação de veículos através de sistemas fuzzy*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PA, 2006.
- Campos, V. B. G.; L.F. Pereira e A.S. Ferreira Filho (2005). *Dispositivos de controle de tráfego como apoio a mobilidade urbana*. Artigo - Instituto Militar de Engenharia. Disponível em: [\[http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(11\)DISPOSITIVOSCOMOAPOIOAMOBILIDADEURBANA.pdf\]](http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(11)DISPOSITIVOSCOMOAPOIOAMOBILIDADEURBANA.pdf) . Acessado em março de 2007.
- Coifman, B.; S. Dhoorjaty e Z. Lee (2003). Estimating median velocity instead of mean velocity at single loop detectors. *Transportation Research Part C* 11 (2003) pg. 211-222. Disponível em [\[http://www.sciencedirect.com\]](http://www.sciencedirect.com). Acessado em abril de 2008.
- Coifman, B. e S. Krishnamurthy (2007). Vehicle reidentification and travel time measurement across freeway junctions using the existing detector infrastructure. *Transportation Research Part C* 15 (2007) pg. 135-153. Disponível em [\[http://www.sciencedirect.com\]](http://www.sciencedirect.com). Acessado em março de 2008.
- Colleman, D. (1996) Desenvolvimento Orientado a Objetos: O Método Fusion. Editora Campos, Rio de Janeiro , 1ªEdição, (1996).
- Consilux (2010). Página de internet da empresa Consilux Tecnologia. Disponível em [\[http://www.consilux.com.br/pt/index.php\]](http://www.consilux.com.br/pt/index.php). Acessado em abril de 2010.
- Cupolillo, M. T. A. (2006) *Estudo das Medidas Moderadoras do Tráfego para controle da Velocidade e dos Conflitos em Travessias Urbanas*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Engebrás (2010). Sistema on line de relatório de fluxo veicular dos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade para a cidade de Petrópolis. Disponível em [\[http://informatica2.engebras.com.br/pe\]](http://informatica2.engebras.com.br/pe). Acessado em março de 2010.
- Fernandes, R. M e F.V.B. Maia (2007). Utilização de ITS em planos de contingência na cidade de Fortaleza. XVI ANTP - Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, Maceió, AL. Disponível em [\[http://portal.antp.net/cng/default.aspx\]](http://portal.antp.net/cng/default.aspx). Acessado em março de 2008.
- FHWA (2007). *A summary of vehicle detection and surveillance technologies used in intelligent transportation systems*. FHWA Intelligent Transportation Systems Program Office, USA.
- Figueiredo, L. M. B. (2005). *Sistemas inteligentes de transporte*. Dissertação: Programa de doutorado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível em [\[http://ave.dee.isep.ipp.pt/~gris/private/Teses/Thesis_PhD_Lino2005.pdf\]](http://ave.dee.isep.ipp.pt/~gris/private/Teses/Thesis_PhD_Lino2005.pdf). Acessado em outubro de 2007.

- Globo (2011) *Máfia das multas e lombadas eletrônicas fatura 2 bilhões por ano*. Matéria jornalística, apresentada no dia 13 de março de 2011 no programa Fantástico na Rede Globo de Televisão. Reprodução escrita disponível em [<http://fantastico.globo.com/Jornalismo/FANT/0,,MUL1653283-15605,00-MAFIA+DAS+MULTAS+E+LOMBADAS+ELETRONICAS+FATURA+R+BI+POR+ANO.html>]. Acessado em 14 de março de 2011.
- Halow, C. (2001). Automatic vehicle classification system with range sensors. *Transportation Research Part C* 9 (2001) pg. 231-247. Disponível em [<http://www.sciencedirect.com>] . Acessado em março de 2008.
- INMETRO (1998). Portaria n.º 115, de 29 de junho de 1998 - *Aprova o Regulamento Técnico Metrológico para verificações metrológicas dos medidores de velocidade nos veículos automotores*. Disponível em [<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000537.pdf>]. Acessado em julho de 2010.
- INMETRO (2004). Portaria n.º 156, de 25 de agosto de 2004 - *Regulamenta a periodicidade de 01 (um) ano para as verificações metrológicas dos medidores de velocidade nos veículos automotores*. Disponível em [<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000912.pdf>]. Acessado em julho de 2010.
- Kraus, M. F. C. (1997) *Moderação do tráfego: Recomendações e Critérios visando a aplicação nas áreas urbanas brasileiras*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.
- Lopes, M. M. B. (2006). *Fiscalização eletrônica da velocidade de veículos no trânsito: caso de Niterói*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
- Loureiro, C.F.G.; C.H.P. Leandro e M.V.T. Oliveira (2006). *Sistema centralizado de controle de tráfego de fortaleza: ITS aplicado à gestão dinâmica do trânsito urbano*. Artigo. Disponível em [<http://amc.fortaleza.ce.gov.br/modules/wfchannel/index.php?pagenum=23%20%96%2031k>]. Acessado em março de 2008.
- MAPARADAR (2010). Página de Internet com informações e localização de equipamentos de fiscalização eletrônica de infrações em todo o Brasil. Disponível em [<http://www.maparadar.com.br>]. Acessado em agosto de 2010.
- Microsoft (2008). Página de Internet do Programa MSDN Academic Alliance. Disponível em [<http://msdnaa.ufri.br>]. Acessado em março de 2010.
- Nishimoto, R. E. (2006) - *Novas geometrias de laços indutivos*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PA, 2006.
- Novaes, A. G. (1975) – *Pesquisa Operacional e Transportes – Modelos Probabilísticos*. Editora da Universidade de São Paulo e Editora McGraw Hill do Brasil Ltda, São Paulo.

- Pereira, L. F., e V. B. G. Campos (2005) Um procedimento de apoio a decisão para escolha de sistemas de controle visando o planejamento do tráfego. *XIX ANPET Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2005*, Recife, PE, v.1. pg. 842 - 852 . Disponível em: [[http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(10\)Dispositivosdecontrole.pdf](http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(10)Dispositivosdecontrole.pdf)]. Acessado em março de 2008.
- Perkons (2009) Página de internet da empresa Perkons Equipamentos Eletrônicos Ltda. Disponível em [<http://www.perkons.com.br/index.php>]. Acessado em junho de 2009.
- Portugal, L. da S. (1984) Estudos de Velocidade Local. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1984.
- Roess, R. P.; W. R McShane e E. S. Prassas (1998) *Traffic Engineering*. Prentice Hall, 2ª Edição., Estados Unidos da América.
- Silva, M. M. (2004). *Contribuição à implantação de serviços de informações de trânsito e transporte público utilizando tecnologias ITS na cidade do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.
- Stephens, R. (2008). *Visual Basic 2008 – Programmer's Reference*. Wiley Publishing Inc, 1ª Edição, Indianápolis, Estados Unidos da América, (2008).
- Stolz, E. (2007) *State Department of Transportation's (DOT's) Travel Monitoring Survey Results Report - Colorado Department of Transportation Division of Transportation*, Relatório Técnico. Disponível em [<http://www.nmsu.edu/~traffic/Publications/Trafficmonitor/SurveyResultsFINALREPORT.pdf>]. Acessado em julho de 2010.
- URBS (2009) Edital de licitação para prestação de serviços de fiscalização eletrônica de infrações para a cidade de Curitiba, Paraná.
- Vieira, S. (2008) *Como escrever uma tese*. Editora Atlas, 6ª Edição - São Paulo.
- Zhong, M; P. Lingras e S. Sharma (2004). Estimation of missing traffic counts using factor, genetic, neural, and regression techniques. *Transportation Research Part C* 12 (2004) pg. 139-166. Disponível em [<http://www.sciencedirect.com>]. Acessado em maio de 2010.

APÊNDICE I

Fabricante	Importador	Marca	Modelo	Tipo	Tipo de detecção	Faixas	Portaria Inmetro
Arco Iris Sinalização Viária Ltda.	xxxxxxx	Arco Iris	Aldg-3	Fixo	Laço indutivo	Até 3 simultâneas	340/2007
Arco Iris Sinalização Viária Ltda.	xxxxxxx	Arco Iris	Aldg Speed	Estático	Laser (Infravermelho ativo)	Até 4 simultâneas	327/2009
ATLANTA TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO LTDA	xxxxxxx	ATLANTA	SMS 1.0	Fixo	Laço indutivo	Até 3 simultâneas	118/1999
ATLANTA Tecnologia de Informação Ltda.	xxxxxxx	ATLANTA	SMS Laser – Speed Meter System Laser	Estático	Laser (Infravermelho ativo)	Até 3 simultâneas	172/2007
COBRASIN – Comercial Brasileira de Sinalização Ltda.	xxxxxxx	COBRASIN	xxxxxxx	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	064/2007
Consilux Consultoria e Construções Elétricas Ltda.	xxxxxxx	Consilux	Speed Control II	Fixo	Laço indutivo	Até 5 simultâneas	118/2007
CSP Controle e Automação Ltda.	xxxxxxx	CSP	SPEED CLIP	Fixo	Laço indutivo	Até 3 simultâneas	025/1998
CSP Controle e Automação Ltda.	xxxxxxx	CSP	SPEED CLIP II	Fixo	Laço indutivo	Até 3 simultâneas	063/1999
Dataprom Equipamentos e Serviços de Informática Industrial	xxxxxxx	DATAPROM	Dpi42	Fixo	Laço indutivo	Até 3 simultâneas	056/1998
Serviços de Informática Industrial	xxxxxxx	DATAPROM	DPi42-EB	Fixo	Laço indutivo	Até 3 simultâneas	023/2003
Eliseu Kopp & Cia Ltda.	xxxxxxx	HELP	KRD2	Estático	Doppler (Microondas)	1 por vez	008/2007
Eliseu Kopp & Cia Ltda.	xxxxxxx	HELP	KMLI	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	007/2007
Eliseu Kopp & Cia. Ltda.	xxxxxxx	Help	KRL1	Estático	Laser (Infravermelho ativo)	Até 2 simultâneas	022/2007
Embryo WEB Solutions Ltda	xxxxxxx	Embryo	Sisdetran EB-RFAL-4F	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	065/2007
Engebras S/A Indústria, Comércio e Tecnologia de Informática.	xxxxxxx	ENGEBRAS	RIT 200	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	068/1999

APÊNDICE I

Fabricante	Importador	Marca	Modelo	Tipo	Tipo de detecção	Faixas	Portaria Inmetro
Engbras S/A Indústria, Comércio e Tecnologia de Informática.	xxxxxxx	ENGBRAS	RIT M 300	Estático	Laser (Infravermelho ativo)	Até 4 simultâneas	007/2000
Fiscal Tecnologia e Representações Comerciais Ltda.	xxxxxxx	FISCAL	FISCAL SPEED CONTROL II	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	029/2004
Fiscal Tecnologia e Representações Comerciais Ltda.	xxxxxxx	FISCAL	FISCAL SPEED CONTROL	Estático	Laser (Infravermelho ativo)	1 por vez	135/1999
Fiscaltech Tráfego e Automação Ltda	xxxxxxx	Fiscaltech	FSC III	Estático	Laser (Infravermelho ativo)	Até 4 simultâneas	117/2006
FISCALTECH Tráfego e Automações Ltda.	xxxxxxx	FISCALTECH	DP42-D	Fixo	Laço indutivo	Até 3 simultâneas	128/2007
Fotosensores Tecnologia Eletrônica Ltda.	xxxxxxx	Fotosensores	SMT CD	Fixo	Laço indutivo	Até 2 simultâneas	252/2009
Fotosensores Tecnologia Eletrônica Ltda.	xxxxxxx	SMT	SMTd	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	066/2007
Gatsometer B.V.	Consladel Construtora e Laços Detectores	Gatsometer	RS-GS11	Estático	Doppler (Microondas)	Até 4 simultâneas	442/2009
INDRA Sistemas S/A.	IESSA – INDRA Esteio Sistemas S/a	INDRA	CIRANO 500	Estático e Fixo	Doppler (Microondas)	Até 3 simultâneas	036/2010
JDJ- SISTEMAS TECNOLÓGICOS LTDA	xxxxxxx	DELTAWAY	MT 100	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	081/2001
Jenoptik Laser, Optik, Systems GmbH	Traffipax do Brasil Ltda.	TRAFFIPAX	LASERPATROL	Estático	Laser (Infravermelho ativo)	1 por vez	127/2005
Jenoptik Laser, Optik, Systems GmbH	Compuetra Ltda.	JENOPTIK	VIDEO LAVEG	Estático	Laser (Infravermelho ativo)	1 por vez	013/1999
LT Comercial Ltda.	xxxxxxx	Laser Technology	LT1 20/20 TruCam	Estático	Laser (Infravermelho ativo)	1 por vez	348/2009
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	T1	Fixo	Laço indutivo	Até 2 simultâneas em sentidos opostos	041/1996

APÊNDICE I

Fabricante	Importador	Marca	Modelo	Tipo	Tipo de detecção	Faixas	Portaria Inmetro
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	T2	Fixo	Laço indutivo	Até 2 simultâneas no mesmo sentido	041/1996
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	T3	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas em sentidos opostos	041/1996
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	P2	Fixo	Laço indutivo	Até 2 simultâneas no mesmo sentido	041/1996
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	P3	Fixo	Laço indutivo	Até 3 simultâneas no mesmo sentido	041/1996
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	P4	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas no mesmo sentido	041/1996
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	DEV UR-PA	Fixo	Laço indutivo	1 por vez	082/2001
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	DEV D2R-PA	Fixo	Laço indutivo	Até 2 simultâneas	082/2001
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	DEV UI	Fixo	Laço indutivo	1 por vez	094/1999
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	DEV UR	Fixo	Laço indutivo	1 por vez, à distância	094/1999
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	DEV D2I	Fixo	Laço indutivo	Até 2 simultâneas	094/1999
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	DEV D1I	Fixo	Laço indutivo	Até 2 simultâneas, sendo 1 à distância	094/1999
PERKONS Equipamentos Eletrônicos Ltda.	xxxxxxx	PERKONS	DEV D2R	Fixo	Laço indutivo	Até 2 simultâneas, à distância	094/1999
Polimpacto Comércio e Serviços Ltda.	xxxxxxx	Polimpacto	Poliversati	Estático (Microondas)	Doppler (Microondas)	Até 4 simultâneas	176/2007
Polimpacto Comércio e Serviços Ltda.	xxxxxxx	Polimpacto	POLIESTATI	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	201/2007
POLITRAN Tecnologia e Sistemas Ltda.	xxxxxxx	Politrans	POLIVELOX P-300	Estático	Laser (Infravermelho ativo)	Até 4 simultâneas	455/2009
ROBOT Visual Systems GmbH	Traffipax do Brasil Ltda.	MULTANOVA	MULTANOVA 6F	Estático	Doppler (Microondas)	1 por vez	010/2004
ROBOT Visual Systems GmbH	Traffipax do Brasil Ltda.	MULTANOVA	MultaRadar C	Estático	Doppler (Microondas)	Até 5 simultâneas	137/2007

APÊNDICE I

Fabricante	Importador	Marca	Modelo	Tipo	Tipo de detecção	Faixas	Portaria Inmetro
ROBOT Visual Systems GmbH	Traffipax do Brasil Ltda.	TRAFFIPAX	TRAFFIPHOT III-SR	Fixo	Laço indutivo	Até 3 simultâneas	126/2004
Simões Comércio de Equipamentos Eletrônicos e Artigos de Sinalização Ltda.	xxxxxxxxxx	SIMÕES	SIMTECH-01	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	149/2007
Splice do Brasil Telecomunicações e Eletrônica	xxxxxxxxxx	SPLICE	SPL-R4R	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	134/2003
Splice do Brasil Telecomunicações e Eletrônica	xxxxxxxxxx	SPLICE	SPL-R4L	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	134/2003
Splice do Brasil Telecomunicações e Eletrônica	xxxxxxxxxx	SPLICE	SPL-R2	Fixo	Laço indutivo	Até 2 simultâneas	026/2000
TECDET – Tecnologia em Detecções Ltda.	xxxxxxxxxx	TECDET	RADAR -TEC	Fixo	Laço indutivo	Até 4 simultâneas	227/2005
Trana Construções Ltda.	xxxxxxxxxx	EIT-RS Control	RS CONTROL	Fixo	Laço indutivo	Até 6 simultâneas	192/2008 e 152/2005
TRUVELO Manufacturers (PTY) LTD.	Compo Equipamentos Eletrônicos Ltda.	TRUVELO	MPC COMBI	Estático e Fixo	Sensor Piezoelétrico	1 por vez	102/1997
VB SERVIÇOS, COMÉRCIO E ADMINISTRAÇÃO LTDA.	xxxxxxxxxx	VB	SISDETRAN VB	Fixo	Laço indutivo	Até 2 simultâneas	063/2002
VELSIS Sistemas e Tecnologia Viária Ltda	xxxxxxxxxx	VELSIS	VSIS-VCAP-01	Fixo	Laço indutivo	Até 8 simultâneas	145/2008
Velsis Sistemas e Tecnologia Viária Ltda.	xxxxxxxxxx	Velsis	VSIS-01	Estático e Fixo	(Infravermelho ativo)	Até 4 simultâneas	103/2007 e 109/2009

QUESTIONÁRIO

Telemática para Detecção e Gerenciamento do Trânsito de Veículos Motorizados

Dados Gerais

Município: _____ UF: _____

Habitantes: _____

Frota total de veículos: _____

Dados da FONTE DE INFORMAÇÕES**OBS:** *Estes Dados sobre a Fonte das Informações são Confidenciais.**Quanto aos demais dados, eles serão processados juntos com aqueles obtidos de outras fontes e servirão para identificar o cenário de Utilização da Telemática pelos Órgãos Municipais de Gerenciamento do Trânsito. Após a conclusão da pesquisa seus resultados serão encaminhados para todos os colaboradores.*

Nome: _____ Cargo: _____

Secretaria / Empresa: _____

Telefone: _____ e-mail: _____

Dados dos SISTEMAS DE APLICATIVOS

Caso seu município possua Central(s) de Controle de Tráfego, marque com um 'X' as opções abaixo:

1 – Sistemas utilizados:

☐ Controle de semáforos ☐ Monitoramento via imagens de vídeo☐ Mensagens via PMV's (Painéis de Mensagens Variadas) ☐ Outros (especificar):_____

2 – Sistemas operacionais utilizados:

☐ Windows - Microsoft ☐ Linux ☐ Unix ☐ Mac-OS ☐ MS-DOS

3 – Observações adicionais sobre o funcionamento da Central(s):

_____**DVM – DETETORES DE VEÍCULOS MOTORIZADOS****OBS:** Abaixo foram disponibilizados **3 Formulários**, um para cada tipo de detetor DVM empregado pelo órgão no gerenciamento do trânsito motorizado.**No caso do uso de mais de 3 tipos de DMV, preencher os dados dos 3 tipos mais empregados .**

Formulário do Detetor de Veículos Motorizados: DVM (1)**1 – Indique com ‘X’ o Tipo do DVM (1)**

- | | |
|--|--|
| ☐ Laços Indutivos | ☐ Magnéticos |
| ☐ Infravermelhos ativos (radar laser) | ☐ Magnetômetros |
| ☐ Câmeras de monitoramento por vídeo | ☐ Microondas |
| ☐ Acústicos | ☐ Infravermelhos passivos |
| ☐ Ultrassônicos | |

2 – Quantidade de DVM(1): a) Em operação: _____ b) Conectados à(s) Central(is): _____

3 – Se possível separar a quantidade de DVM (1) em operação por hierarquia viária:

a) Locais: _____ b) Coletoras: _____ c) Arteriais: _____ d) Expressas: _____

4 – Marque com ‘X’ o tipos de comunicação na conectividade entre o DVM (1) e a Central:

- | | | |
|---|--|---|
| ☐ Linha Privada por cabo | ☐ Radiofrequência | ☐ GPRS - Celular |
| ☐ WAN / MAN – Internet | ☐ Outro: _____ | |

5 – Marque com ‘X’ os dados ou variáveis de tráfego coletados pelo DVM (1):

- | | |
|--|--|
| ☐ Volume de Veículos | ☐ Presença de Veículos |
| ☐ Velocidade dos Veículos | ☐ Taxa de ocupação da via / densidade |
| ☐ Classificação de veículos por porte | ☐ Placas dos veículos |
| ☐ Comprimento dos veículos | ☐ Outro: _____ |

6 – Indique ao lado das informações geradas pelo DVM (1), relacionados abaixo, as iniciais correspondentes ao procedimento empregado, quais sejam: Automático (A), Semi-Automático (SA) ou Manual (M)

Tempo de Viagem ☐ Origem e Destino ☐

Velocidade Média ☐ Outro(s) _____

Automático (A) – Coleta de dados sem intervenção humana: DVM coleta e gera dados ou arquivos para transmissão para outros sistemas automatizados;

Semi-Automático (AS) – Dados coletados em campo e transferidos automaticamente para uma central, aonde são trabalhados por técnicos para possibilitar seu emprego em outros sistemas ou aplicativos, como por ex.: Sistema de fiscalização eletrônica por radares, instalados na via, transmitem automaticamente suas informações para uma central de controle e, em seguida, são transferidas por técnicos para um outro aplicativo estimar novos dados;

Manual (M) – Coleta de dados pelos equipamentos instalados na via e utilização de técnicos para calcular ou gerar as informações (por ex.: sistema monitoramento por vídeo mostra apenas as imagens do tráfego em uma via, enquanto os técnicos analisam as imagens e identificam incidentes ou realizam medições)

7 – Marque com um ‘X’ as áreas onde os dados e informações identificados acima são utilizados:

- ☐ Programação semafórica
- ☐ Fiscalização de infrações (excesso de velocidade, ultrapassagem sinal vermelho)
- ☐ Alteração ou inversão nos sentidos de circulação de faixas de tráfego
- ☐ Prioridade no trânsito ou automatização operacional dos Transportes Coletivos
- ☐ Aperfeiçoamento de projetos de construção, ampliação ou manutenção da infra-estrutura
- ☐ Elaboração de projetos de sinalização vertical ou horizontal
- ☐ Elaboração de planos setoriais de transporte, de planos de mobilidade e/ou planos viários
- ☐ Licitação/Concessão de operação de vias ou de Transporte Coletivos por empresas privadas
- ☐ Informações aos usuários por meio de PMV's, TV's, Rádios, Internet, etc.
- ☐ Outras: _____

Formulário do Detetor de Veículos Motorizados: DVM (2)**1 – Indique com ‘X’ o Tipo do DVM (2)**

- | | |
|--|--|
| ☐ Laços Indutivos | ☐ Magnéticos |
| ☐ Infravermelhos ativos (radar laser) | ☐ Magnetômetros |
| ☐ Câmeras de monitoramento por vídeo | ☐ Microondas |
| ☐ Acústicos | ☐ Infravermelhos passivos |
| ☐ Ultrassônicos | |

2 – Quantidade de DVM(2): a) Em operação: _____ b) Conectados à(s) Central(is): _____

3 – Se possível separar a quantidade de DVM (2) em operação por hierarquia viária:

a) Locais: _____ b) Coletoras: _____ c) Arteriais: _____ d) Expressas: _____

4 – Marque com ‘X’ o tipos de comunicação na conectividade entre o DVM (2) e a Central:

- | | | |
|---|--|---|
| ☐ Linha Privada por cabo | ☐ Radiofrequência | ☐ GPRS - Celular |
| ☐ WAN / MAN – Internet | ☐ Outro: _____ | |

5 – Marque com ‘X’ os dados ou variáveis de tráfego coletados pelo DVM (2):

- | | |
|--|--|
| ☐ Volume de Veículos | ☐ Presença de Veículos |
| ☐ Velocidade dos Veículos | ☐ Taxa de ocupação da via / densidade |
| ☐ Classificação de veículos por porte | ☐ Placas dos veículos |
| ☐ Comprimento dos veículos | ☐ Outro: _____ |

6 – Indique ao lado das informações geradas pelo DVM (2), relacionados abaixo, as iniciais correspondentes ao procedimento empregado, quais sejam: Automático (A), Semi-Automático (SA) ou Manual (M)

Tempo de Viagem ☐ Origem e Destino ☐

Velocidade Média ☐ Outro(s) _____

Automático (A) – Coleta de dados sem intervenção humana: DVM coleta e gera dados ou arquivos para transmissão para outros sistemas automatizados;

Semi-Automático (AS) – Dados coletados em campo e transferidos automaticamente para uma central, aonde são trabalhados por técnicos para possibilitar seu emprego em outros sistemas ou aplicativos, como por ex.: Sistema de fiscalização eletrônica por radares, instalados na via, transmitem automaticamente suas informações para uma central de controle e, em seguida, são transferidas por técnicos para um outro aplicativo estimar novos dados;

Manual (M) – Coleta de dados pelos equipamentos instalados na via e utilização de técnicos para calcular ou gerar as informações (por ex.: sistema monitoramento por vídeo mostra apenas as imagens do tráfego em uma via, enquanto os técnicos analisam as imagens e identificam incidentes ou realizam medições)

7 – Marque com um ‘X’ as áreas onde os dados e informações identificados acima são utilizados:

- ☐ Programação semafórica
- ☐ Fiscalização de infrações (excesso de velocidade, ultrapassagem sinal vermelho)
- ☐ Alteração ou inversão nos sentidos de circulação de faixas de tráfego
- ☐ Prioridade no trânsito ou automatização operacional dos Transportes Coletivos
- ☐ Aperfeiçoamento de projetos de construção, ampliação ou manutenção da infra-estrutura
- ☐ Elaboração de projetos de sinalização vertical ou horizontal
- ☐ Elaboração de planos setoriais de transporte, de planos de mobilidade e/ou planos viários
- ☐ Licitação/Concessão de operação de vias ou de Transporte Coletivos por empresas privadas
- ☐ Informações aos usuários por meio de PMV's, TV's, Rádios, Internet, etc.
- ☐ Outras: _____

Formulário do Detetor de Veículos Motorizados: DVM (3)**1 – Indique com ‘X’ o Tipo do DVM (3)**

- | | |
|--|--|
| ☐ Laços Indutivos | ☐ Magnéticos |
| ☐ Infravermelhos ativos (radar laser) | ☐ Magnetômetros |
| ☐ Câmeras de monitoramento por vídeo | ☐ Microondas |
| ☐ Acústicos | ☐ Infravermelhos passivos |
| ☐ Ultrassônicos | |

2 – Quantidade de DVM(3): a) Em operação: _____ b) Conectados à(s) Central(is): _____

3 – Se possível separar a quantidade de DVM (3) em operação por hierarquia viária:

a) Locais: _____ b) Coletoras: _____ c) Arteriais: _____ d) Expressas: _____

4 – Marque com ‘X’ o tipos de comunicação na conectividade entre o DVM (3) e a Central:

- | | | |
|---|--|---|
| ☐ Linha Privada por cabo | ☐ Radiofrequência | ☐ GPRS - Celular |
| ☐ WAN / MAN – Internet | ☐ Outro: _____ | |

5 – Marque com ‘X’ os dados ou variáveis de tráfego coletados pelo DVM (3):

- | | |
|--|--|
| ☐ Volume de Veículos | ☐ Presença de Veículos |
| ☐ Velocidade dos Veículos | ☐ Taxa de ocupação da via / densidade |
| ☐ Classificação de veículos por porte | ☐ Placas dos veículos |
| ☐ Comprimento dos veículos | ☐ Outro: _____ |

6 – Indique ao lado das informações geradas pelo DVM (3), relacionados abaixo, as iniciais correspondentes ao procedimento empregado, quais sejam: Automático (A), Semi-Automático (SA) ou Manual (M)

Tempo de Viagem () Origem e Destino ()

Velocidade Média () Outro(s) _____

Automático (A) – Coleta de dados sem intervenção humana: DVM coleta e gera dados ou arquivos para transmissão para outros sistemas automatizados;

Semi-Automático (AS) – Dados coletados em campo e transferidos automaticamente para uma central, aonde são trabalhados por técnicos para possibilitar seu emprego em outros sistemas ou aplicativos, como por ex.: Sistema de fiscalização eletrônica por radares, instalados na via, transmitem automaticamente suas informações para uma central de controle e, em seguida, são transferidas por técnicos para um outro aplicativo estimar novos dados;

Manual (M) – Coleta de dados pelos equipamentos instalados na via e utilização de técnicos para calcular ou gerar as informações (por ex.: sistema monitoramento por vídeo mostra apenas as imagens do tráfego em uma via, enquanto os técnicos analisam as imagens e identificam incidentes ou realizam medições)

7 – Marque com um ‘X’ as áreas onde os dados e informações identificados acima são utilizados:

- ☐ Programação semafórica
- ☐ Fiscalização de infrações (excesso de velocidade, ultrapassagem sinal vermelho)
- ☐ Alteração ou inversão nos sentidos de circulação de faixas de tráfego
- ☐ Prioridade no trânsito ou automatização operacional dos Transportes Coletivos
- ☐ Aperfeiçoamento de projetos de construção, ampliação ou manutenção da infra-estrutura
- ☐ Elaboração de projetos de sinalização vertical ou horizontal
- ☐ Elaboração de planos setoriais de transporte, de planos de mobilidade e/ou planos viários
- ☐ Licitação/Concessão de operação de vias ou de Transporte Coletivos por empresas privadas
- ☐ Informações aos usuários por meio de PMV's, TV's, Rádios, Internet, etc.
- ☐ Outras: _____

APÊNDICE II

Sugestões e/ou observações sobre a pesquisa

Agradecemos sua participação e nos colocamos à disposição para esclarecimentos de eventuais dúvidas ou informações adicionais:

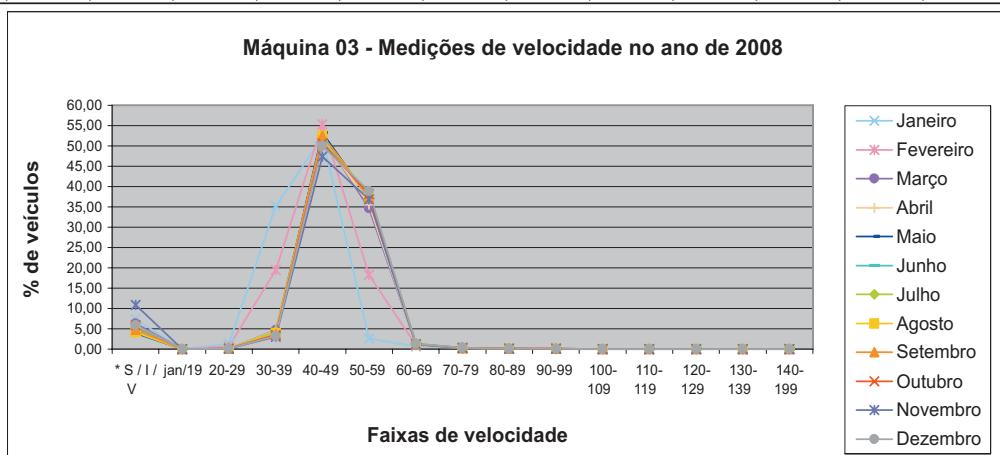
Izamari Machado Tel (24) 2248-1566 / 9973-3393 e-mail izamachado@pet.coppe.ufrj.br

Programa de Engenharia de Transportes – COPPE - UFRJ

APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

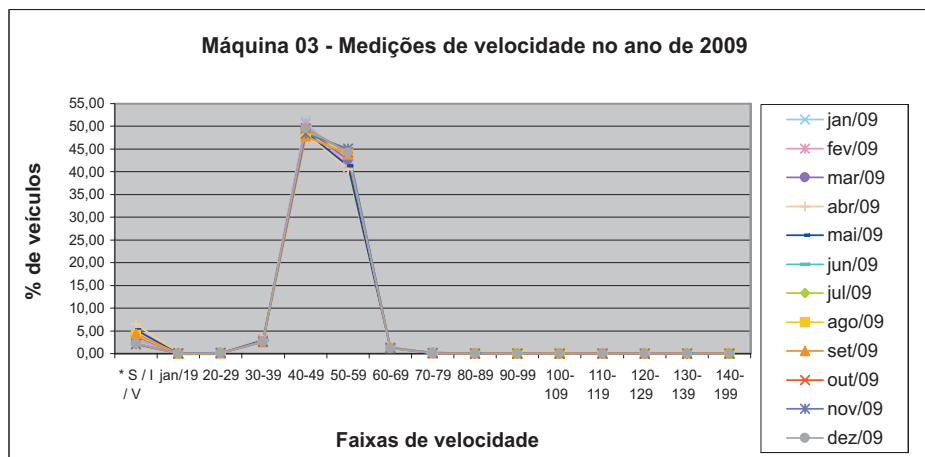
Dados Máquina 03 - 2008

Meses	* S / I / V	jan/19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	7,42	0,03	1,32	35,18	52,22	2,62	0,68	0,30	0,15	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	4,72	0,02	0,66	19,42	55,37	18,31	0,93	0,32	0,18	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Março	6,31	0,00	0,10	4,70	52,42	34,71	1,20	0,34	0,15	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	5,87	0,00	0,13	4,53	52,06	35,55	1,33	0,31	0,15	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
Mai	3,96	0,02	0,13	3,81	53,25	37,10	1,29	0,27	0,12	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	5,27	0,00	0,10	3,69	51,13	37,99	1,36	0,28	0,12	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	4,27	0,00	0,15	4,34	52,26	37,15	1,36	0,26	0,14	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	4,12	0,00	0,08	3,93	52,51	37,69	1,22	0,24	0,13	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	4,82	0,00	0,09	3,69	52,52	37,27	1,15	0,24	0,12	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	5,92	0,01	0,08	3,43	50,65	38,21	1,17	0,28	0,15	0,09	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Novembro	10,90	0,01	0,09	3,06	47,34	36,86	1,24	0,27	0,14	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	5,86	0,00	0,09	3,25	50,05	38,88	1,34	0,28	0,15	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
media	5,79	0,01	0,25	7,75	51,81	32,69	1,19	0,28	0,14	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
desvpad	1,90	0,01	0,37	9,74	1,94	10,96	0,20	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 03 - 2009

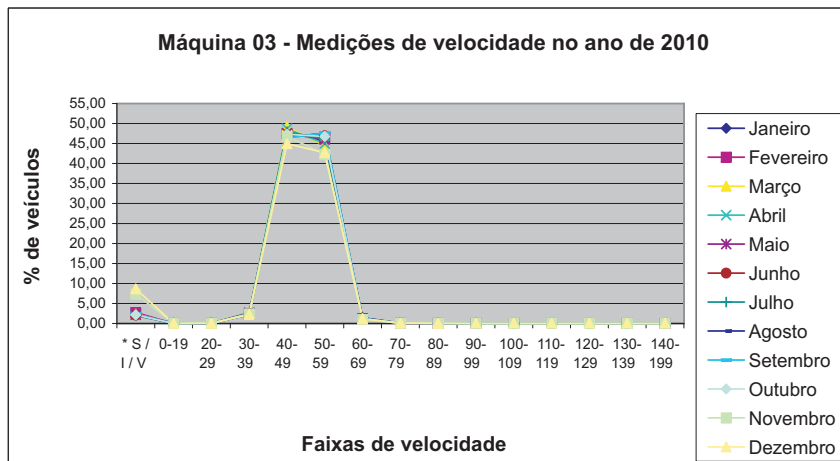
Meses	* S / I / V	jan/19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
jan/09	2,91	0,00	0,07	3,08	51,21	40,99	1,47	0,16	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
fev/09	3,07	0,00	0,05	3,09	50,64	41,49	1,35	0,20	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
mar/09	3,77	0,00	0,06	2,61	49,42	42,61	1,26	0,17	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
abr/09	6,46	0,03	0,07	2,87	48,51	40,50	1,31	0,15	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
mai/09	5,21	0,00	0,07	2,95	48,80	41,28	1,30	0,22	0,09	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
jun/09	2,23	0,05	0,09	2,66	48,56	44,85	1,37	0,13	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jul/09	2,15	0,00	0,07	2,74	49,14	44,36	1,40	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ago/09	4,07	0,00	0,06	2,54	47,84	44,01	1,29	0,12	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
set/09	4,41	0,00	0,06	2,56	47,76	43,80	1,24	0,12	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
out/09	2,04	0,00	0,06	2,64	49,54	44,35	1,21	0,11	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
nov/09	2,16	0,06	0,21	2,63	48,42	45,07	1,28	0,10	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dez/09	2,19	0,00	0,09	2,64	49,53	44,23	1,16	0,10	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
media	3,39	0,01	0,08	2,75	49,12	43,13	1,30	0,14	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
desvpad	1,43	0,02	0,04	0,20	1,04	1,65	0,09	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

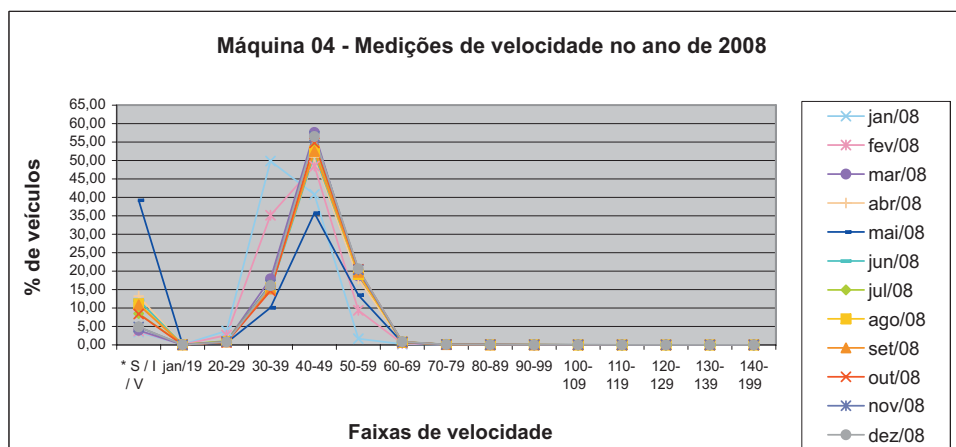
Dados Máquina 03 - 2010

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	2,34	0,00	0,06	2,45	47,94	45,62	1,43	0,11	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	2,74	0,00	0,04	2,31	47,40	46,19	1,23	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	2,38	0,00	0,08	2,61	49,21	44,47	1,13	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	2,14	0,00	0,07	2,73	48,68	44,96	1,27	0,10	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	2,27	0,06	0,07	2,58	47,61	46,03	1,25	0,09	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	2,07	0,04	0,07	2,44	46,97	46,93	1,31	0,10	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	2,02	0,00	0,07	2,45	47,91	46,17	1,24	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	2,21	0,01	0,07	2,17	46,48	47,63	1,30	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	2,31	0,00	0,05	2,20	46,36	47,66	1,26	0,10	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	2,15	0,01	0,09	2,35	47,29	46,74	1,22	0,09	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	7,36	0,00	0,06	2,37	46,80	42,28	0,99	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	8,66	0,02	0,06	2,25	44,96	42,71	1,17	0,11	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	3,22	0,01	0,06	2,41	47,30	45,61	1,23	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	2,26	0,02	0,01	0,17	1,12	1,74	0,11	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 04 - 2008

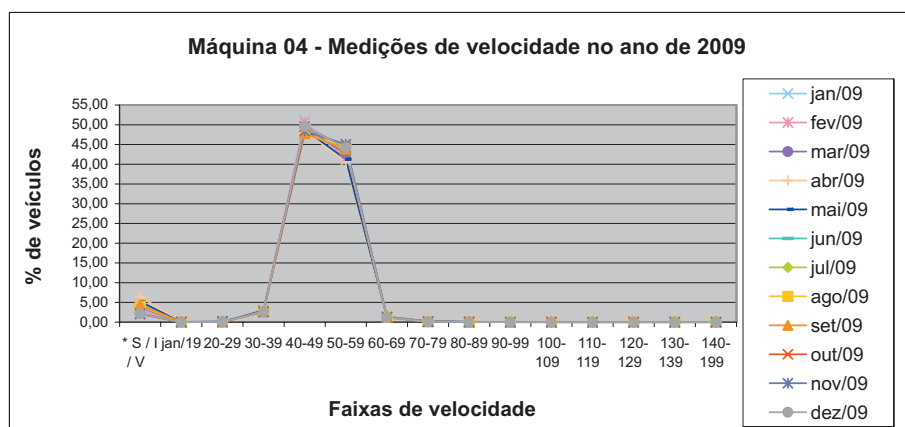
Meses	* S / I / V	jan/08	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
jan/08	3,44	0,09	3,80	49,86	40,81	1,67	0,21	0,07	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
fev/08	3,73	0,08	2,63	35,16	48,50	9,36	0,39	0,09	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
mar/08	3,95	0,05	0,95	17,92	57,59	18,67	0,72	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
abr/08	13,23	0,07	0,98	15,95	50,99	17,89	0,74	0,09	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
mai/08	39,20	0,06	0,58	10,09	35,76	13,50	0,63	0,10	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jun/08	12,10	0,05	0,91	14,95	51,69	19,36	0,79	0,08	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
jul/08	8,49	0,08	1,06	16,25	53,62	19,50	0,83	0,10	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
ago/08	11,12	0,04	0,89	15,43	52,50	19,13	0,75	0,08	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
set/08	10,84	0,06	0,78	15,19	52,48	19,70	0,80	0,08	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
out/08	8,39	0,04	0,69	14,64	54,77	20,51	0,78	0,09	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
nov/08	4,85	0,03	0,90	16,27	56,60	20,35	0,77	0,12	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
dez/08	4,89	0,05	0,79	16,05	56,48	20,62	0,88	0,12	0,05	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
media	10,35	0,06	1,25	19,81	50,98	16,69	0,69	0,09	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
desvpad	9,74	0,02	0,96	11,21	6,56	5,79	0,20	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

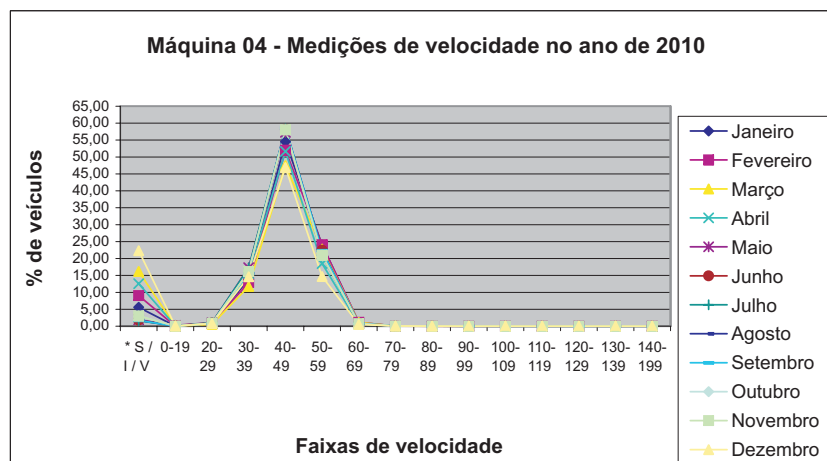
Dados Máquina 04 - 2009

Meses	* S / I / V	jan/19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
jan/09	6,83	0,05	0,83	16,45	55,39	19,57	0,74	0,08	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
fev/09	7,07	0,04	0,81	15,54	55,36	20,25	0,79	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
mar/09	5,35	0,04	0,70	14,95	56,46	21,44	0,90	0,10	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
abr/09	15,56	0,04	0,61	12,07	48,30	22,16	1,11	0,09	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
mai/09	7,47	0,05	0,75	13,98	53,00	23,47	1,08	0,10	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
jun/09	5,19	0,13	0,90	13,78	55,12	23,74	1,05	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jul/09	5,54	0,06	0,83	13,86	55,32	23,32	1,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ago/09	10,28	0,05	0,62	12,03	52,18	23,70	1,07	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
set/09	6,29	0,05	0,72	13,04	54,58	24,20	1,06	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
out/09	5,05	0,04	0,75	13,52	56,04	23,57	0,97	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
nov/09	6,22	0,05	0,74	13,41	54,70	23,76	1,06	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dez/09	5,15	0,05	0,69	14,08	55,63	23,31	1,03	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
media	7,17	0,05	0,75	13,89	54,34	22,71	0,99	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
desvpad	3,02	0,03	0,09	1,29	2,25	1,52	0,12	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 04 - 2010

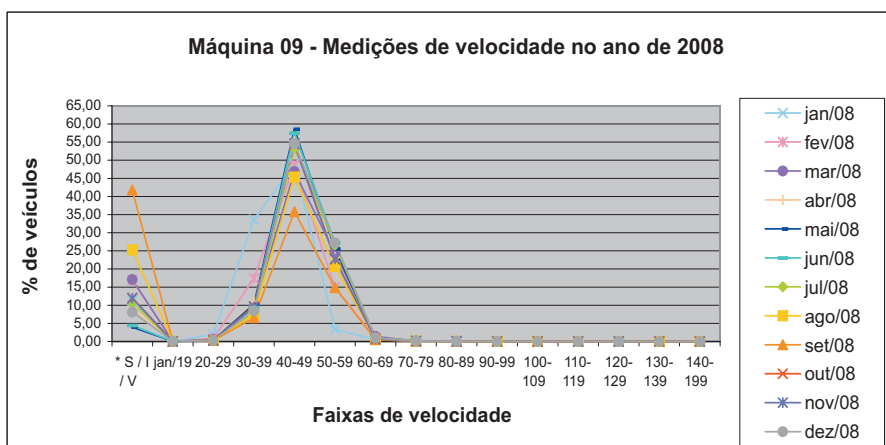
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	5,58	0,04	0,86	13,87	54,52	23,97	1,10	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	9,05	0,04	0,77	12,88	52,01	24,09	1,14	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	16,18	0,04	0,56	11,74	47,48	22,81	1,13	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	12,56	0,06	0,93	15,56	51,65	18,51	0,64	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	1,88	0,27	1,05	17,30	57,29	21,34	0,74	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	1,77	0,15	0,98	15,67	58,07	22,49	0,74	0,08	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	1,63	0,06	1,05	17,19	58,27	20,96	0,72	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	1,74	0,07	0,82	15,56	58,59	22,34	0,76	0,06	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	1,68	0,07	0,81	15,57	58,54	22,33	0,83	0,09	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	3,02	0,04	0,89	16,14	58,07	20,97	0,75	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	3,02	0,04	0,89	16,14	58,07	20,97	0,75	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	22,31	0,06	0,79	14,62	46,89	14,69	0,51	0,07	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	6,70	0,08	0,87	15,19	54,95	21,29	0,82	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	6,91	0,07	0,13	1,66	4,39	2,57	0,20	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

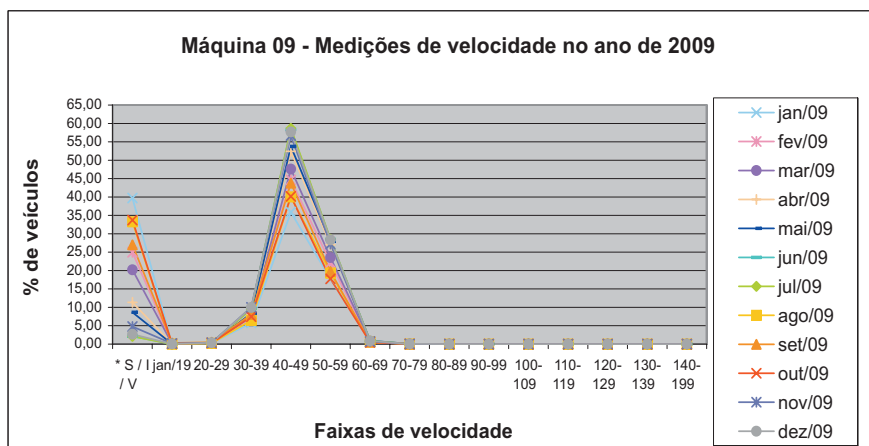
Dados Máquina 09 - 2008

Meses	* S / I / V	jan/19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
jan/08	11,22	0,04	1,95	33,60	49,05	3,34	0,47	0,21	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
fev/08	16,94	0,02	0,79	17,42	48,67	14,97	0,93	0,17	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
mar/08	17,09	0,01	0,59	9,49	46,84	24,41	1,40	0,10	0,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
abr/08	9,28	0,02	0,39	10,77	55,16	23,21	0,89	0,16	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
mai/08	3,97	0,03	0,38	10,29	58,54	25,56	0,98	0,15	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
jun/08	4,42	0,02	0,29	9,39	57,49	27,24	0,94	0,13	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jul/08	10,68	0,01	0,24	7,89	53,37	26,65	0,94	0,13	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
ago/08	25,28	0,09	0,28	7,42	45,38	20,66	0,73	0,09	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
set/08	41,77	0,11	0,29	6,54	35,83	14,87	0,48	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
out/08	12,00	0,02	0,32	9,65	54,40	22,70	0,68	0,13	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
nov/08	11,89	0,01	0,31	9,52	54,57	22,79	0,69	0,13	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dez/08	8,13	0,10	0,27	8,45	54,59	27,22	1,00	0,14	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
media	14,39	0,04	0,51	11,70	51,16	21,13	0,84	0,13	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
desvpad	10,41	0,04	0,48	7,41	6,38	7,00	0,25	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 09 - 2009

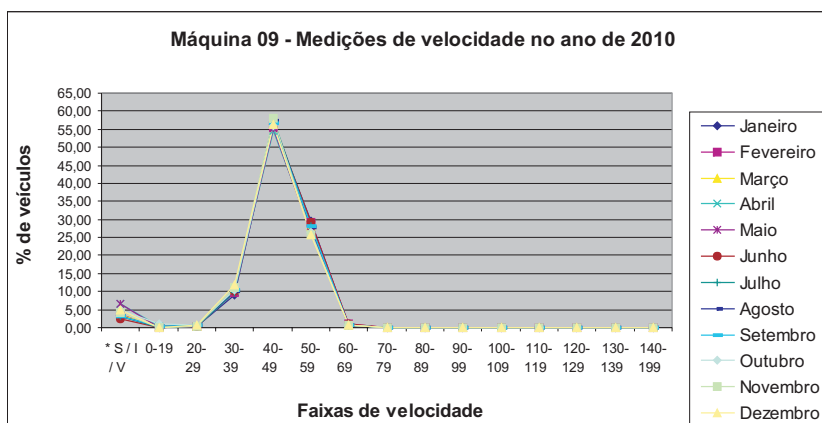
Meses	* S / I / V	jan/19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
jan/09	39,72	0,02	0,25	5,77	35,87	17,72	0,59	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fev/09	24,99	0,07	0,24	7,14	44,64	22,15	0,70	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
mar/09	20,22	0,09	0,25	7,49	47,59	23,53	0,78	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
abr/09	11,35	0,02	0,24	7,95	52,43	27,02	0,91	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
mai/09	8,64	0,04	0,24	8,33	53,74	27,98	0,93	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jun/09	2,12	0,04	0,37	9,67	58,41	28,45	0,87	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jul/09	2,10	0,01	0,28	9,51	58,67	28,52	0,84	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ago/09	33,26	0,04	0,24	6,46	40,04	19,33	0,59	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
set/09	26,99	0,30	0,51	8,09	43,77	19,76	0,56	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
out/09	33,71	0,12	0,29	7,47	40,17	17,74	0,47	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
nov/09	4,78	0,15	0,39	9,99	56,73	27,19	0,72	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dez/09	2,67	0,04	0,36	9,97	57,70	28,35	0,84	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
media	17,54	0,08	0,30	8,15	49,15	23,98	0,73	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
desvpad	13,92	0,08	0,08	1,39	8,15	4,44	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

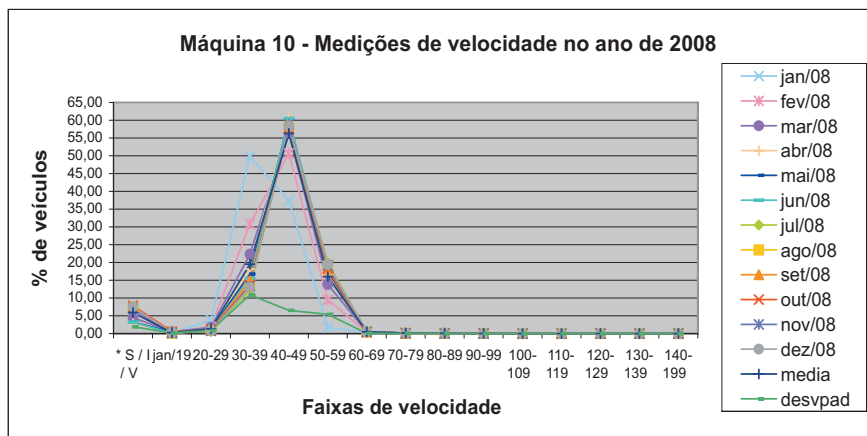
Dados Máquina 09 - 2010

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	3,42	0,09	0,40	9,15	56,46	29,55	0,86	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	3,94	0,13	0,52	9,58	55,56	29,29	0,93	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	3,41	0,22	0,43	10,37	56,57	28,13	0,80	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	6,51	0,47	0,51	10,00	54,45	27,14	0,84	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	6,53	0,11	0,40	10,17	55,42	26,54	0,78	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	2,56	0,06	0,42	9,95	56,88	29,14	0,93	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	3,03	0,03	0,36	9,89	57,68	28,16	0,80	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	3,00	0,46	0,61	9,92	57,36	27,87	0,75	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	3,13	0,38	0,52	10,38	56,68	28,05	0,81	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	4,77	1,13	0,66	10,54	55,89	26,28	0,69	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	4,21	0,09	0,45	11,10	57,90	25,55	0,65	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	4,84	0,15	0,53	11,68	56,39	25,60	0,75	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	4,11	0,28	0,48	10,23	56,44	27,61	0,80	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	1,33	0,31	0,09	0,67	0,99	1,39	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 10 -2008

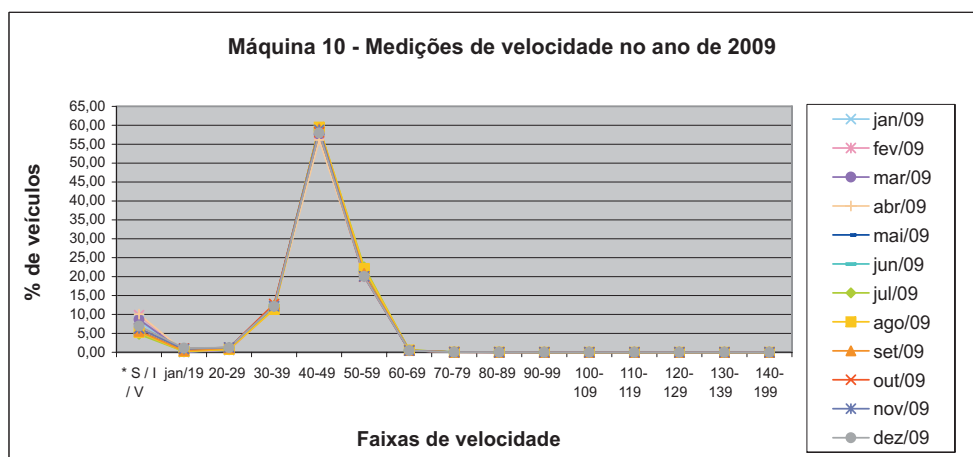
Meses	* S / I / V	jan/19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
jan/08	6,45	0,19	3,79	49,80	37,39	1,72	0,35	0,17	0,09	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fev/08	6,21	0,19	1,87	30,84	50,65	9,47	0,46	0,16	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
mar/08	4,43	0,56	1,76	22,32	56,48	13,79	0,47	0,09	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
abr/08	2,80	0,16	0,99	18,15	60,66	16,53	0,51	0,12	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
mai/08	3,23	0,44	1,13	16,73	60,23	17,48	0,54	0,13	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jun/08	3,22	0,08	0,94	15,52	60,48	19,09	0,53	0,07	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jul/08	7,57	0,22	0,62	12,17	58,76	19,91	0,57	0,09	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ago/08	7,42	0,15	0,90	13,50	58,26	19,08	0,50	0,09	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
set/08	7,32	0,28	0,96	14,85	57,82	18,14	0,46	0,09	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
out/08	7,83	0,52	1,10	13,69	57,68	18,46	0,48	0,13	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
nov/08	7,04	0,14	0,73	13,33	58,82	19,24	0,50	0,11	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
dez/08	7,50	0,23	0,80	12,95	58,33	19,46	0,54	0,11	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
media	5,92	0,26	1,30	19,49	56,30	16,03	0,49	0,11	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
desvpad	1,94	0,16	0,87	10,90	6,51	5,40	0,06	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

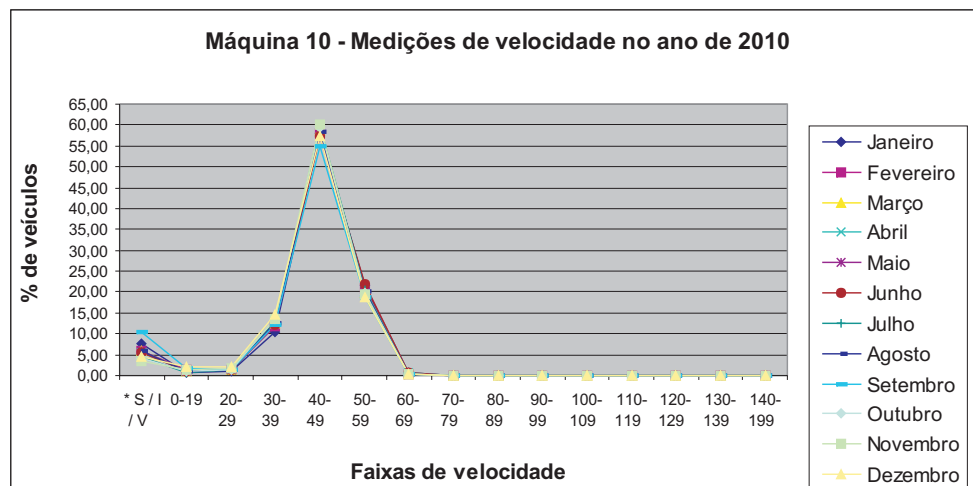
Dados Máquina 10 - 2009

Meses	* S / I / V	jan/19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
jan/09	8,15	0,06	0,64	11,82	58,63	20,13	0,51	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fev/09	9,81	0,16	0,65	11,45	57,45	19,92	0,48	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
mar/09	8,68	0,15	0,73	11,83	57,61	20,46	0,47	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
abr/09	10,06	0,25	0,76	11,61	56,14	20,58	0,53	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
mai/09	5,56	0,37	0,95	12,10	59,28	21,13	0,51	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jun/09	4,96	0,38	0,98	12,35	58,94	21,75	0,55	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jul/09	4,76	0,25	0,84	11,53	59,40	22,56	0,59	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ago/09	5,30	0,23	0,82	11,32	59,51	22,16	0,59	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
set/09	5,55	0,40	1,12	12,46	59,12	20,83	0,47	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
out/09	6,25	1,02	1,23	12,76	58,18	20,06	0,46	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
nov/09	6,31	0,87	1,28	12,17	58,80	20,08	0,44	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dez/09	6,94	1,12	1,23	12,14	57,99	20,05	0,47	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
media	6,86	0,44	0,94	11,96	58,42	20,81	0,51	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
desvpad	1,87	0,36	0,23	0,44	0,99	0,90	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 10 -2010

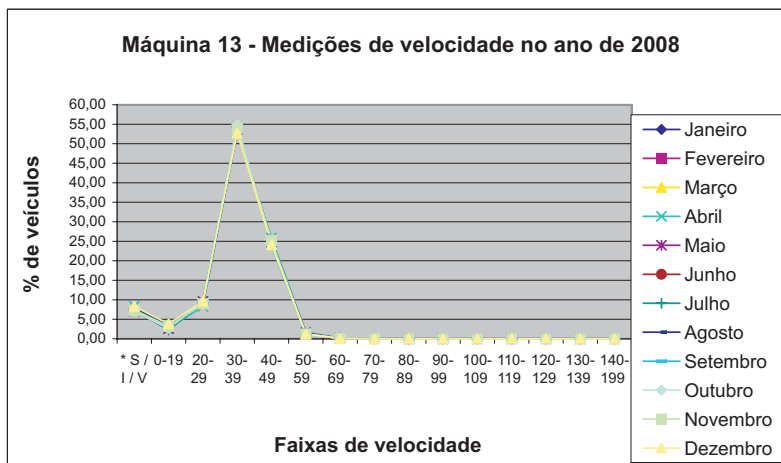
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	7,50	0,75	1,06	10,50	57,89	21,71	0,54	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	5,98	1,38	1,22	11,73	58,13	20,99	0,51	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	5,94	0,97	1,32	12,46	58,91	19,88	0,46	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	5,48	0,90	1,47	12,62	58,36	20,59	0,52	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mai	6,07	0,95	1,56	12,86	57,76	20,29	0,47	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	5,56	1,18	1,37	12,00	57,23	22,01	0,59	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	4,52	0,60	1,27	12,88	59,74	20,48	0,45	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	5,76	0,92	1,39	12,68	58,55	20,20	0,46	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	10,57	1,68	1,47	12,24	54,79	18,77	0,43	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	4,14	1,10	1,47	13,51	59,31	19,97	0,45	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	3,63	1,22	1,70	13,60	60,03	19,37	0,42	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	4,52	2,18	2,00	14,55	57,37	18,86	0,46	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	5,81	1,15	1,44	12,64	58,17	20,26	0,48	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	1,83	0,43	0,24	1,02	1,39	1,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

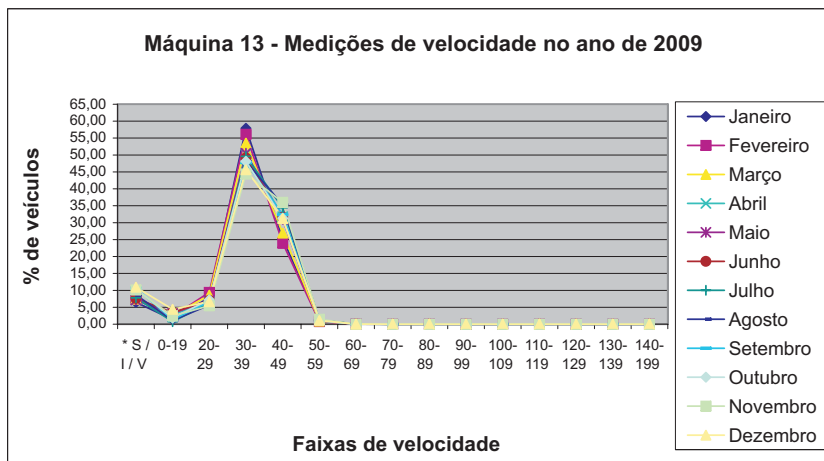
Dados Máquina 13 - 2008

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro															
Fevereiro															
Março															
Abril	8,34	2,65	8,29	52,93	25,84	1,75	0,15	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	7,07	2,60	9,59	54,04	25,04	1,48	0,16	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	7,51	2,99	9,28	54,11	24,69	1,27	0,12	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	7,36	2,27	9,37	54,46	25,06	1,33	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	8,04	3,62	9,06	52,86	25,01	1,26	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	7,37	3,14	9,69	54,74	23,76	1,16	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	7,03	2,67	9,51	54,94	24,56	1,17	0,11	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	7,32	3,15	8,98	53,99	25,16	1,23	0,13	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	8,31	3,82	9,62	52,76	24,12	1,23	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	7,59	2,99	9,27	53,87	24,80	1,32	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	0,51	0,50	0,44	0,83	0,61	0,19	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 13 - 2009

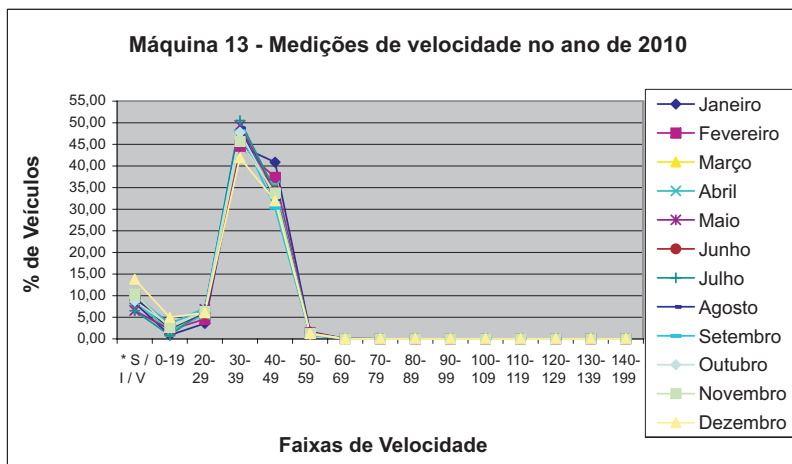
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	6,45	1,39	7,89	57,88	25,23	1,03	0,09	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	7,32	2,32	9,39	56,13	24,00	0,77	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	7,42	2,61	8,57	53,51	26,91	0,91	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	7,17	2,84	6,67	50,38	31,77	1,12	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	7,15	3,21	7,06	50,51	30,97	1,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	7,62	3,42	7,06	49,15	31,62	1,08	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	7,79	0,76	6,21	49,59	34,41	1,20	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	8,66	1,12	5,65	48,06	35,26	1,21	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	10,68	1,35	6,67	47,78	32,41	1,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	10,46	1,83	7,22	48,14	31,30	1,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	10,14	2,44	5,46	44,42	36,02	1,47	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	10,93	4,39	6,67	45,66	31,19	1,12	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	8,48	2,31	7,04	50,10	30,92	1,09	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	1,62	1,07	1,13	3,99	3,78	0,17	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

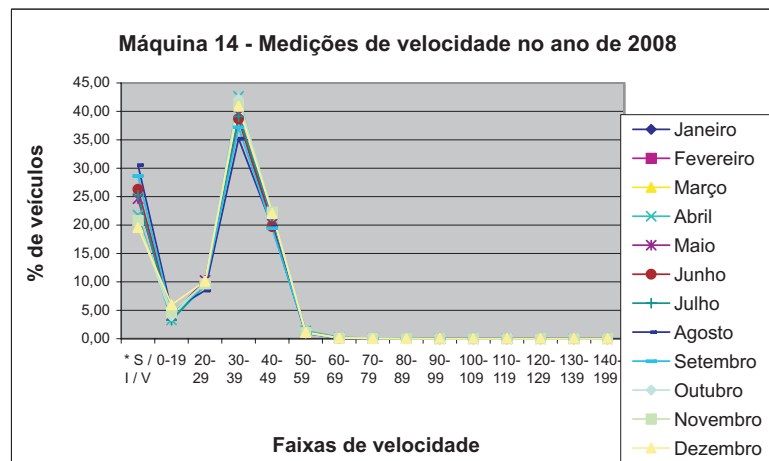
Dados Máquina 13 - 2010

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	8,33	0,87	3,59	44,63	40,88	1,65	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	9,89	2,09	4,57	44,62	37,36	1,43	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	9,55	1,83	5,94	46,91	34,49	1,23	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	8,86	1,75	5,68	46,89	35,41	1,36	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	6,58	2,14	6,83	49,41	33,84	1,16	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	9,15	3,73	5,81	45,64	34,26	1,35	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	6,52	0,85	6,65	50,51	34,25	1,18	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	9,53	2,34	6,09	48,74	32,35	0,93	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	10,10	3,42	7,15	48,06	30,35	0,89	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	8,73	3,15	6,38	47,79	32,91	1,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	10,37	2,63	6,34	45,67	33,74	1,21	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	13,80	4,99	6,06	41,92	31,92	1,27	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	9,28	2,48	5,92	46,73	34,31	1,22	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	1,89	1,19	0,98	2,39	2,72	0,22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 14 - 2008

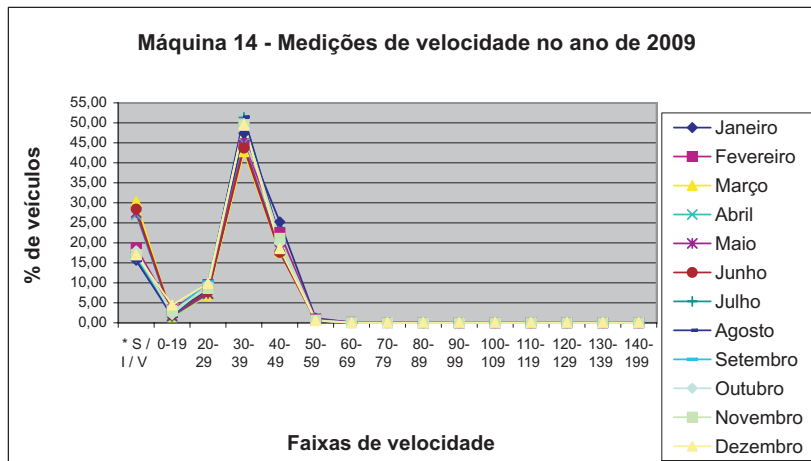
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro															
Fevereiro															
Março															
Abril	21,76	3,30	9,36	42,65	21,16	1,40	0,26	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	24,64	4,10	10,26	39,48	20,20	1,11	0,16	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	26,28	4,41	9,70	38,69	19,73	1,01	0,11	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	25,22	3,27	9,56	39,10	21,51	1,15	0,13	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	30,56	4,95	8,47	35,22	19,71	0,94	0,09	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	28,66	4,21	9,37	37,21	19,45	0,94	0,11	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	20,31	3,98	9,97	42,19	22,31	1,02	0,14	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	20,79	4,69	9,65	41,29	22,29	1,08	0,14	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	19,56	5,98	10,12	40,93	22,04	1,15	0,14	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	24,20	4,32	9,61	39,64	20,93	1,09	0,14	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	3,88	0,84	0,53	2,41	1,17	0,14	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

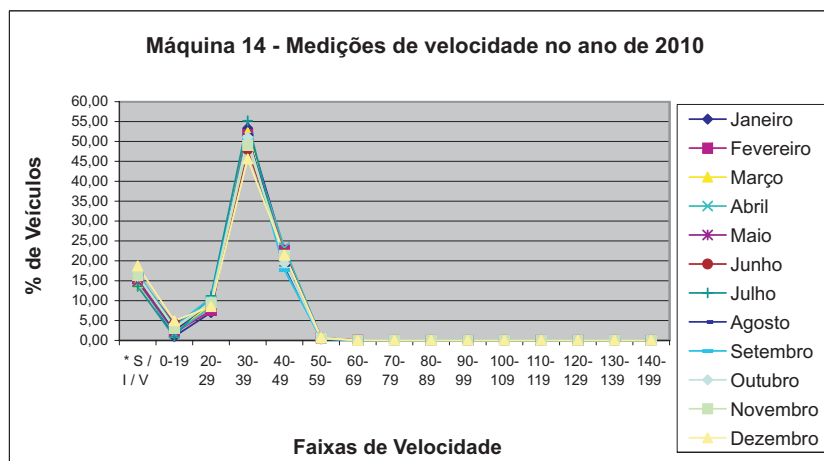
Dados Máquina 14 - 2009

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	15,67	2,01	8,33	47,39	25,25	1,15	0,11	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	18,74	3,21	9,57	44,76	22,57	0,95	0,12	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	30,34	1,50	6,88	42,77	17,72	0,61	0,11	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	27,06	1,55	7,18	44,76	18,65	0,64	0,11	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	27,59	1,75	7,33	44,39	18,23	0,60	0,08	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	28,44	1,88	7,77	43,69	17,58	0,57	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	16,23	1,51	9,37	51,35	20,87	0,63	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	15,56	1,72	9,44	51,47	21,20	0,57	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	16,62	2,54	10,22	49,42	20,59	0,60	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	18,00	2,11	9,56	49,88	19,86	0,58	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	17,05	2,99	8,68	49,46	21,11	0,66	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	17,01	4,47	9,84	49,55	18,56	0,52	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	20,69	2,27	8,68	47,41	20,18	0,67	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	5,78	0,89	1,15	3,15	2,25	0,19	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 14 - 2010

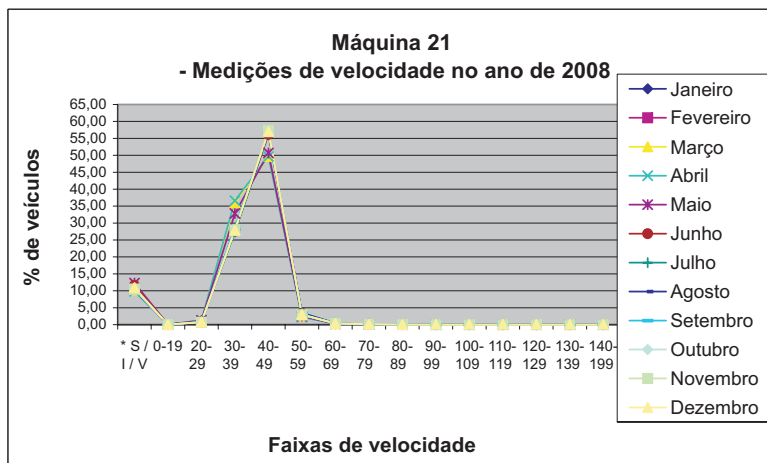
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	15,41	1,00	7,02	53,30	22,60	0,63	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	15,48	1,95	7,49	51,72	22,67	0,64	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	14,48	2,05	8,98	52,21	21,64	0,61	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	14,73	1,81	8,45	50,96	23,32	0,68	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	14,86	2,29	9,64	50,94	21,60	0,63	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	16,14	4,20	9,11	48,02	21,84	0,65	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	13,58	0,93	11,18	55,19	18,76	0,36	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	16,63	2,53	9,68	51,66	19,03	0,45	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	16,79	3,59	10,65	50,86	17,69	0,40	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	16,13	3,27	9,67	51,03	19,41	0,45	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	16,38	3,00	9,45	49,08	21,41	0,65	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	18,72	4,94	8,52	45,62	21,45	0,71	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	15,78	2,63	9,15	50,88	20,95	0,57	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	1,34	1,22	1,19	2,46	1,78	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

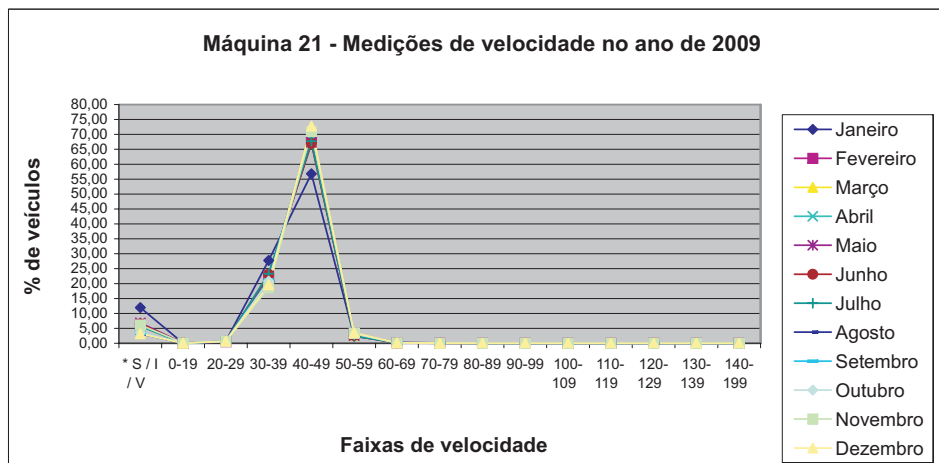
Dados Máquina 21 - 2008

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro															
Fevereiro															
Março	10,20	0,04	1,26	35,92	49,66	2,57	0,29	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	9,85	0,04	1,35	36,59	49,64	2,23	0,24	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	12,30	0,09	1,24	32,84	50,70	2,53	0,25	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	11,57	0,03	0,89	27,59	56,15	3,34	0,33	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	10,94	0,04	0,92	27,32	56,68	3,54	0,42	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	10,09	0,11	0,82	28,18	56,88	3,42	0,38	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	10,36	0,05	0,81	28,74	56,64	2,93	0,35	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	10,40	0,02	0,77	27,84	57,39	3,06	0,38	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	10,52	0,03	0,72	27,98	57,37	2,93	0,35	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	10,95	0,02	0,73	27,89	56,98	2,89	0,40	0,12	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	10,72	0,05	0,95	30,09	54,81	2,94	0,34	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	0,75	0,03	0,24	3,62	3,35	0,42	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 21 - 2009

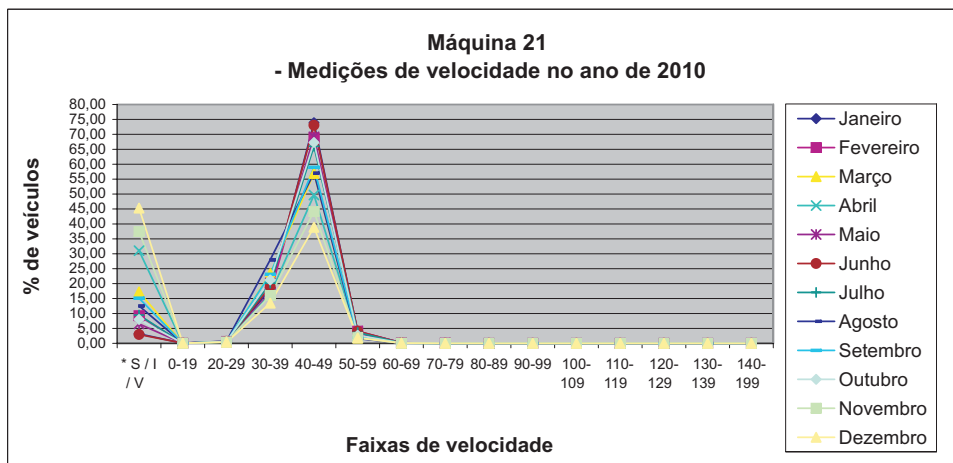
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	11,95	0,04	0,71	27,74	56,79	2,34	0,30	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	6,19	0,03	0,51	22,08	67,90	3,09	0,16	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	5,84	0,09	0,61	22,68	68,02	2,58	0,15	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	5,94	0,03	0,52	22,45	68,19	2,68	0,14	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	6,79	0,02	0,51	22,58	67,35	2,59	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	6,49	0,10	0,63	23,10	66,97	2,58	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	5,74	0,04	0,60	23,30	67,72	2,48	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	3,17	0,05	0,64	20,78	71,78	3,38	0,16	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	3,45	0,07	0,63	21,09	71,41	3,18	0,14	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	3,60	0,06	0,76	20,78	71,47	3,16	0,13	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	6,14	0,11	0,63	18,61	70,98	3,36	0,13	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	3,19	0,04	0,65	19,60	72,80	3,55	0,14	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	5,71	0,06	0,62	22,07	68,45	2,91	0,15	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	2,40	0,03	0,08	2,29	4,21	0,41	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

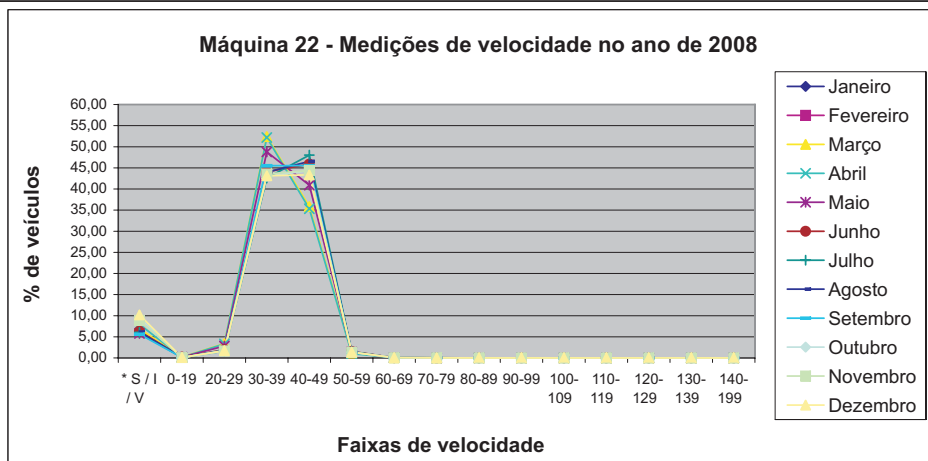
Dados Máquina 21 - 2010

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	3,17	0,04	0,56	18,19	73,88	3,94	0,18	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	9,23	0,03	0,64	16,98	68,80	4,06	0,17	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	17,23	0,05	0,57	23,37	56,91	1,78	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	31,04	0,04	0,46	16,45	49,67	2,24	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	6,51	0,04	0,60	20,22	69,16	3,35	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	2,95	0,07	0,66	19,02	73,04	4,07	0,15	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	9,47	0,04	0,56	20,15	66,02	3,63	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	12,53	0,06	0,73	27,99	57,04	1,57	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	15,11	0,05	0,63	23,10	58,94	2,08	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	7,99	0,04	0,62	21,21	67,28	2,72	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	37,41	0,04	0,46	16,02	44,12	1,87	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	45,32	0,08	0,37	13,47	38,87	1,81	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	16,50	0,05	0,57	19,68	60,31	2,76	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	13,93	0,01	0,10	3,93	11,43	0,99	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 22 - 2008

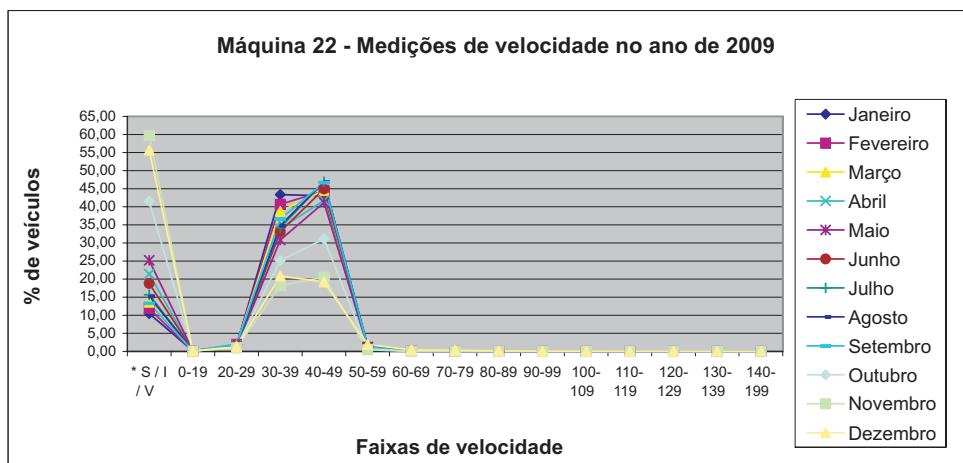
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro															
Fevereiro															
Março	6,90	0,21	3,41	52,41	35,84	1,17	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	7,95	0,15	3,32	52,18	35,31	1,02	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	5,81	0,18	2,82	48,78	40,93	1,41	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	6,32	0,17	1,93	44,09	45,89	1,53	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	6,07	0,12	1,63	42,60	48,02	1,49	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	6,15	0,17	1,75	43,98	46,54	1,34	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	5,62	0,11	1,81	45,52	45,54	1,33	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	9,47	0,10	1,61	43,00	44,37	1,37	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	8,88	0,09	1,67	43,54	44,39	1,34	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	10,20	0,11	1,73	43,14	43,35	1,37	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	7,34	0,14	2,17	45,92	43,02	1,34	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desvio	1,67	0,04	0,72	3,80	4,36	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

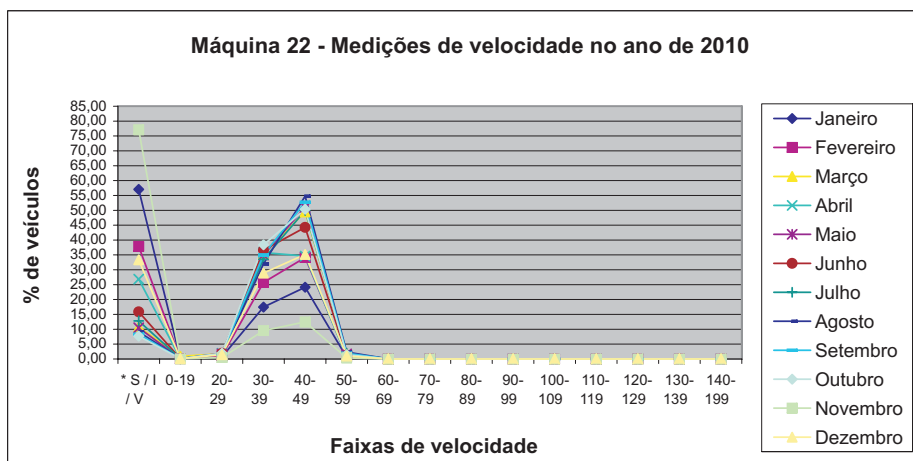
Dados Máquina 22 - 2009

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	10,48	0,12	1,62	43,36	43,03	1,33	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	11,84	0,09	1,94	40,68	44,39	1,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	13,59	0,18	1,80	38,74	44,54	1,12	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	21,40	0,10	1,59	33,97	41,75	1,15	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	25,20	0,10	1,41	30,83	41,17	1,26	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	18,80	0,20	1,53	33,14	44,94	1,37	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	15,68	0,10	1,54	34,23	46,87	1,54	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	15,20	0,16	1,64	34,80	46,88	1,29	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	13,28	0,18	1,98	36,62	46,72	1,21	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	41,57	0,09	1,32	25,14	31,11	0,74	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	59,73	0,12	0,98	18,18	20,53	0,46	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	55,67	0,08	1,22	20,87	19,22	1,89	0,39	0,29	0,16	0,07	0,06	0,03	0,03	0,01	0,01
Média	25,20	0,13	1,55	32,55	39,26	1,20	0,05	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	17,34	0,04	0,29	7,68	10,01	0,36	0,11	0,08	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00



Dados Máquina 22 - 2010

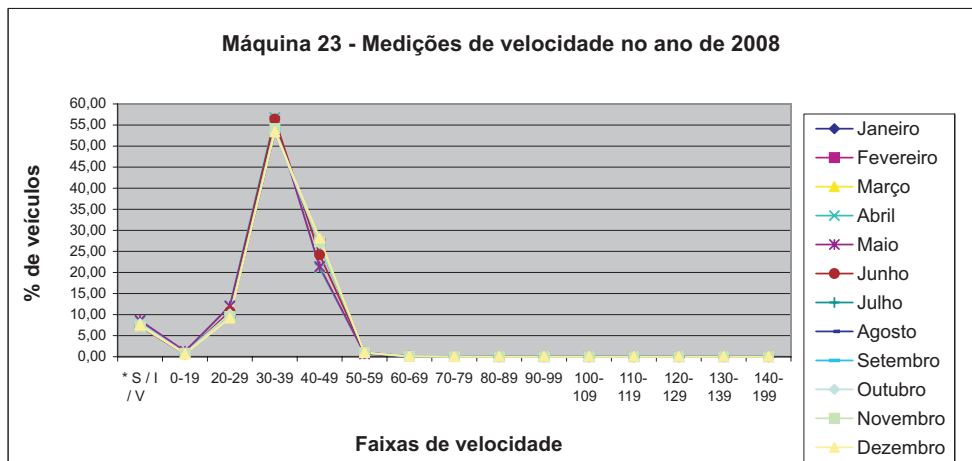
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	57,02	0,05	0,76	17,46	24,12	0,58	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	37,85	0,11	1,12	25,74	34,11	1,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	10,75	0,91	1,76	35,33	49,45	1,77	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	26,83	0,12	1,95	35,78	34,61	0,69	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	10,50	0,12	1,71	34,93	51,01	1,70	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	15,85	0,12	1,92	36,62	44,28	1,16	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	12,81	0,12	1,65	33,52	49,94	1,93	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	9,12	0,13	1,58	32,03	54,78	2,33	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	8,35	0,15	1,79	35,00	52,74	1,95	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	7,70	0,11	1,93	38,41	50,36	1,45	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	77,09	0,05	0,47	9,54	12,46	0,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	33,35	0,11	1,47	28,87	35,17	1,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	25,60	0,18	1,51	30,27	41,09	1,33	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	22,25	0,23	0,48	8,72	13,14	0,62	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

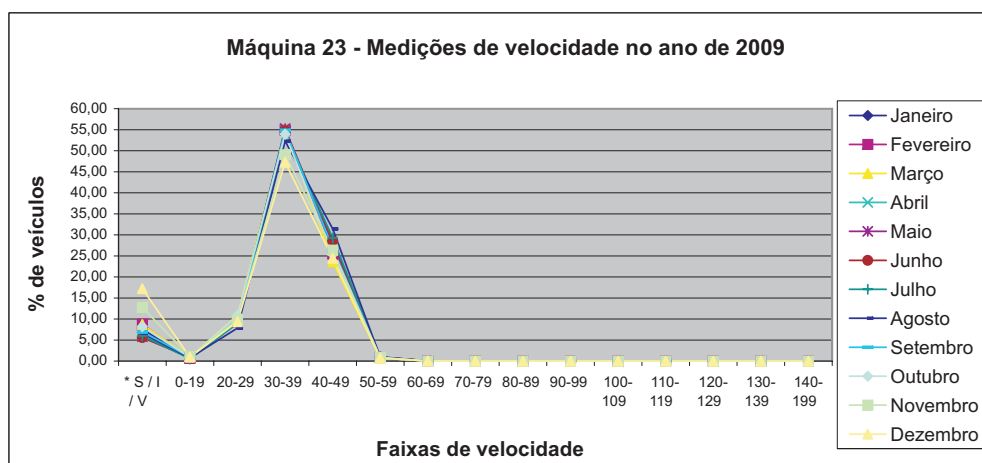
Dados Máquina 23 - 2008

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro															
Fevereiro															
Março															
Abril	8,41	0,84	12,18	56,78	21,01	0,66	0,08	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	8,61	1,32	11,97	55,90	21,39	0,68	0,09	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	7,09	0,65	10,72	56,42	24,19	0,81	0,09	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	7,92	0,75	9,89	53,60	26,70	1,02	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	7,82	0,66	9,48	53,14	27,78	0,99	0,10	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	7,46	0,65	10,06	54,16	26,65	0,93	0,08	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	7,90	0,86	10,17	53,15	26,92	0,89	0,08	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	7,13	0,82	9,53	54,14	27,29	0,96	0,09	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	7,56	0,60	9,17	53,38	28,16	0,98	0,11	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	7,77	0,79	10,35	54,52	25,57	0,88	0,09	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	0,52	0,22	1,08	1,45	2,72	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 23 - 2009

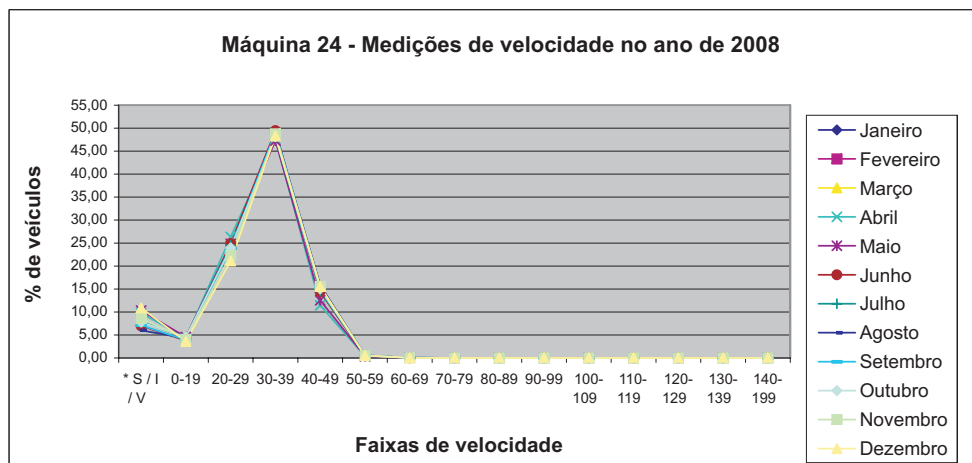
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	7,59	0,50	9,18	54,87	26,92	0,89	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	8,80	0,62	9,34	54,89	25,45	0,83	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	8,71	0,92	10,87	55,15	23,61	0,68	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	6,03	0,83	9,89	55,15	27,16	0,88	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	5,79	0,86	9,56	55,24	27,61	0,88	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	5,60	0,90	9,21	54,73	28,56	0,94	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	5,98	0,58	8,95	54,20	29,27	0,96	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	6,59	0,76	7,83	52,30	31,45	1,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	6,95	0,98	9,49	54,88	26,90	0,76	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	8,19	0,92	10,85	53,93	25,38	0,70	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	12,74	1,09	9,82	49,06	26,39	0,86	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	17,23	0,95	9,37	47,27	24,43	0,72	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	8,35	0,82	9,53	53,47	26,93	0,84	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desvio	3,43	0,18	0,81	2,63	2,16	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

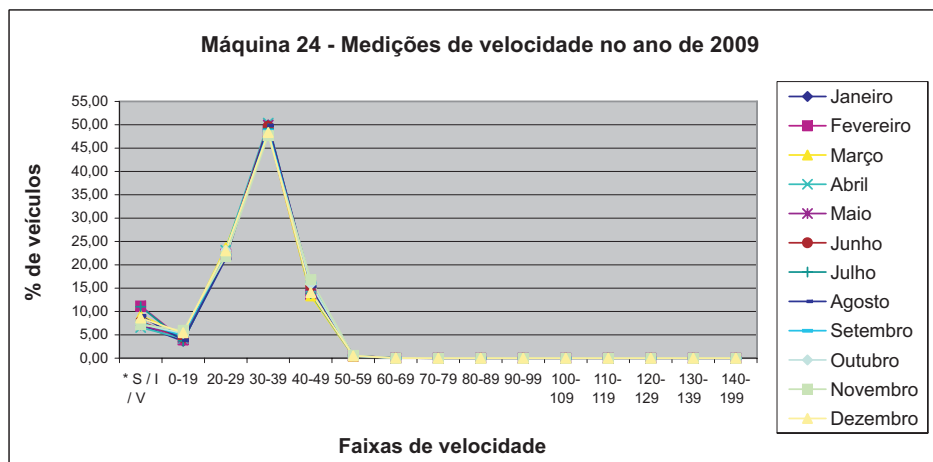
Dados Máquina 24 - 2008

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro															
Fevereiro															
Março															
Abril	9,79	4,32	26,33	47,68	11,44	0,39	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	10,32	4,56	24,84	47,31	12,55	0,37	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	6,98	3,76	24,89	49,47	14,37	0,49	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	7,90	4,40	24,48	48,05	14,60	0,53	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	6,01	4,30	23,96	49,22	15,88	0,57	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	7,09	3,91	23,85	49,14	15,42	0,55	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	7,78	4,53	23,97	48,16	15,02	0,49	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	8,69	4,07	22,34	48,78	15,55	0,53	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	10,87	3,59	21,12	48,30	15,56	0,52	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	8,38	4,16	23,98	48,46	14,49	0,49	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	1,65	0,34	1,51	0,74	1,52	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 24 - 2009

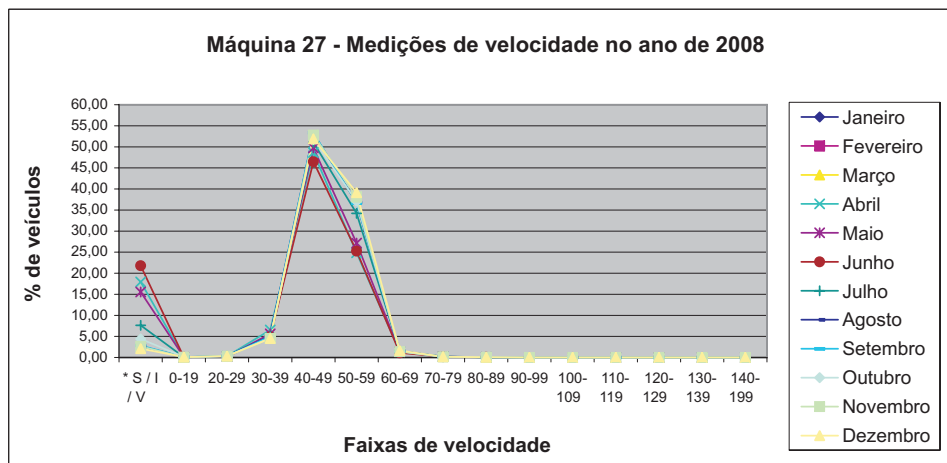
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	7,13	3,65	22,76	49,94	15,94	0,54	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	11,18	3,92	22,27	48,46	13,68	0,47	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	9,15	4,94	23,62	48,48	13,33	0,44	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	6,58	4,20	23,10	50,35	15,19	0,55	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	7,18	4,48	22,26	49,94	15,57	0,55	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	7,84	4,37	22,13	49,69	15,38	0,56	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	11,03	3,73	21,73	49,16	13,83	0,49	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	9,08	3,85	21,29	49,88	15,36	0,51	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	7,55	4,88	22,17	48,75	16,13	0,49	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	7,30	5,32	23,10	47,91	15,85	0,50	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	7,16	5,96	21,77	47,68	16,83	0,59	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	8,60	5,47	22,99	48,35	14,06	0,49	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	8,31	4,56	22,43	49,05	15,10	0,52	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desvio	1,53	0,75	0,69	0,90	1,11	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

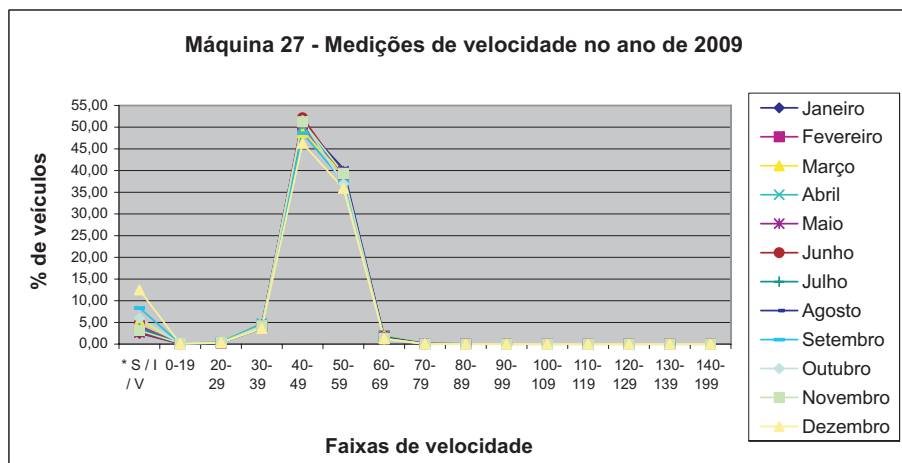
Dados Máquina 27 - 2008

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro															
Fevereiro															
Março															
Abril	17,94	0,06	0,30	6,53	48,64	24,85	1,37	0,24	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	15,54	0,07	0,21	5,61	49,75	27,16	1,37	0,22	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	21,78	0,04	0,21	4,91	46,47	25,25	1,10	0,18	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	7,62	0,07	0,31	5,00	51,06	34,22	1,51	0,17	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	2,66	0,11	0,33	5,16	53,20	36,79	1,53	0,17	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	2,84	0,09	0,34	4,98	53,34	36,69	1,49	0,17	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	4,41	0,14	0,31	4,64	51,70	37,07	1,48	0,19	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	2,63	0,08	0,28	4,51	52,79	38,11	1,39	0,15	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	2,10	0,11	0,34	4,52	51,91	39,13	1,65	0,18	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	8,61	0,09	0,29	5,09	50,99	33,25	1,43	0,19	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	7,70	0,03	0,05	0,64	2,30	5,80	0,15	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 27 - 2009

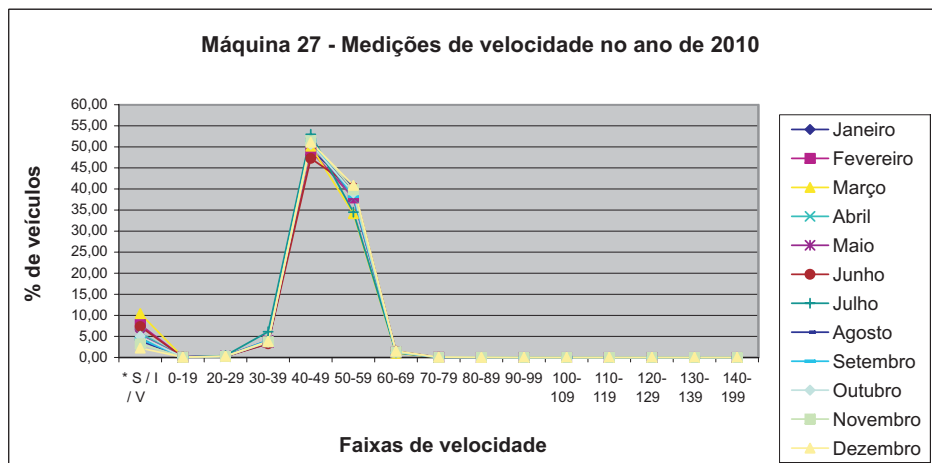
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	2,49	0,12	0,30	4,43	51,62	39,19	1,66	0,14	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	4,18	0,09	0,28	4,24	50,07	39,13	1,87	0,10	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	5,40	0,17	0,38	3,93	48,77	39,24	1,96	0,12	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	2,78	0,13	0,51	4,74	50,17	39,69	1,81	0,12	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	2,67	0,10	0,26	4,14	51,31	39,85	1,56	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	2,79	0,14	0,32	4,17	52,17	39,00	1,32	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	3,82	0,10	0,31	3,88	50,90	39,46	1,49	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	3,28	0,08	0,28	3,62	50,64	40,43	1,57	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	8,35	0,09	0,27	3,75	48,67	37,53	1,27	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	5,97	0,09	0,29	3,98	51,53	36,97	1,13	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	3,16	0,18	0,41	4,24	51,26	39,37	1,33	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	12,50	0,09	0,29	3,63	46,31	35,92	1,20	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	4,78	0,12	0,32	4,06	50,28	38,81	1,51	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	2,99	0,03	0,07	0,33	1,66	1,32	0,27	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

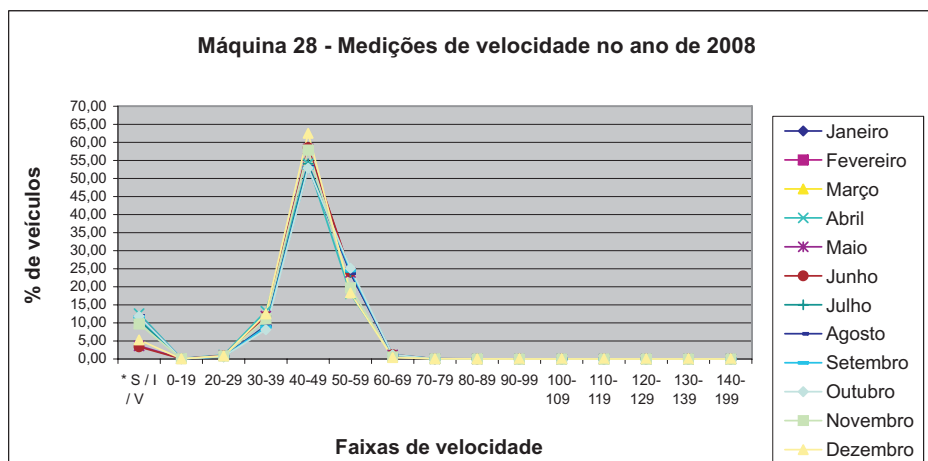
Dados Máquina 27 - 2010

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	4,92	0,19	0,30	3,31	49,22	40,56	1,41	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	7,77	0,06	0,21	3,59	49,12	37,91	1,27	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	10,43	0,08	0,22	3,91	50,16	34,16	0,99	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	5,79	0,06	0,20	3,74	50,97	37,94	1,26	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	5,24	0,16	0,39	4,04	50,87	38,05	1,22	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	7,34	0,08	0,25	3,26	47,26	40,28	1,47	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	4,70	0,11	0,44	6,11	52,96	34,50	1,14	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	3,99	0,09	0,27	3,86	50,61	39,71	1,42	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	4,42	0,09	0,28	4,08	51,52	38,25	1,29	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	5,05	0,08	0,22	3,63	50,63	39,08	1,25	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	3,22	0,11	0,26	3,73	51,45	39,82	1,33	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	2,24	0,09	0,28	3,82	51,09	40,88	1,51	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	5,43	0,10	0,28	3,92	50,49	38,43	1,30	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	2,20	0,04	0,07	0,73	1,44	2,18	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 28 - 2008

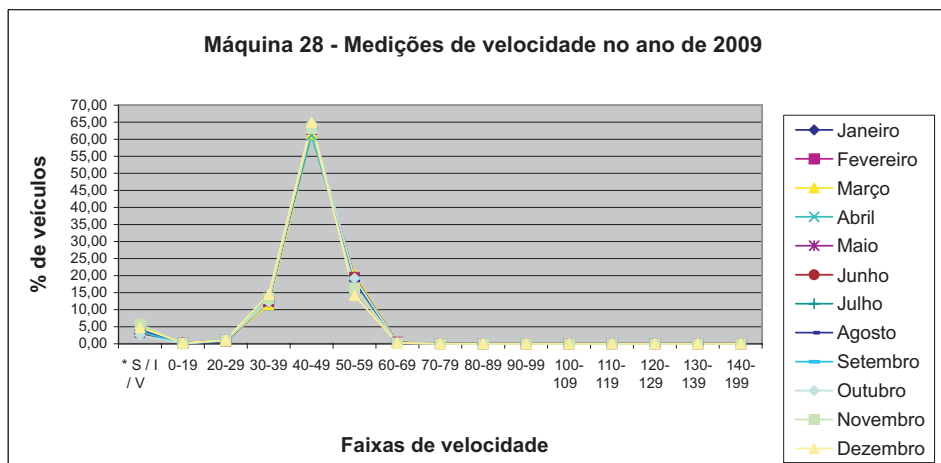
Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro															
Fevereiro															
Março															
Abril	12,58	0,16	1,09	13,25	54,04	18,04	0,76	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	3,64	0,13	0,96	11,88	58,20	23,97	1,12	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	3,35	0,08	0,89	11,80	58,52	24,08	1,21	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	10,78	0,11	0,62	9,26	54,06	24,07	1,05	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	11,97	0,06	0,71	9,14	53,28	23,76	1,04	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	11,65	0,10	0,68	8,85	52,97	24,49	1,18	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	11,84	0,09	0,68	8,11	52,89	25,14	1,19	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	9,73	0,08	0,84	11,13	57,90	19,70	0,54	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	5,29	0,07	0,86	12,48	62,51	18,28	0,40	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	8,98	0,10	0,82	10,66	56,04	22,39	0,94	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	3,79	0,03	0,15	1,84	3,37	2,85	0,30	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



APÊNDICE III - Estatísticas Mensais dos EFEV's - Porcentagens de veículos nas faixas de velocidade

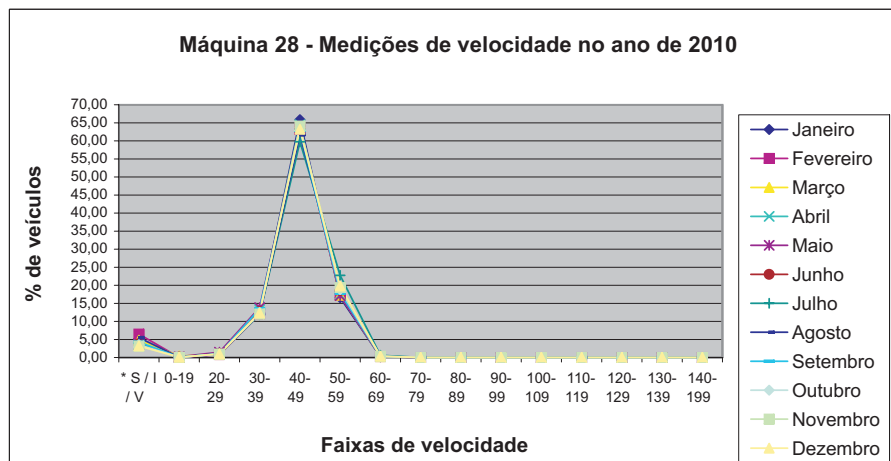
Dados Máquina 28 - 2009

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	5,14	0,10	0,87	12,33	62,52	18,63	0,36	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	4,16	0,08	0,86	12,49	62,90	18,99	0,47	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	5,14	0,07	0,81	11,50	61,56	20,34	0,53	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	4,06	0,29	1,25	13,57	61,12	19,26	0,40	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	3,35	0,15	0,83	12,24	63,55	19,50	0,34	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	2,97	0,29	1,03	12,40	63,34	19,58	0,37	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	3,77	0,08	0,90	12,99	63,67	18,30	0,28	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	4,40	0,05	0,75	12,41	63,39	18,67	0,32	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	3,54	0,07	0,92	12,42	63,49	19,22	0,31	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	2,53	0,10	0,94	12,31	64,59	19,23	0,28	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	5,76	0,10	1,01	13,26	63,26	16,36	0,23	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	4,74	0,25	1,18	14,48	64,95	14,20	0,18	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	4,13	0,13	0,95	12,70	63,19	18,52	0,34	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	0,96	0,09	0,15	0,77	1,09	1,67	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Dados Máquina 28 - 2010

Dia	* S / I / V	0-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-199
Janeiro	3,91	0,08	0,86	12,45	65,89	16,57	0,20	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro	6,48	0,05	0,79	11,91	63,19	17,31	0,26	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Março	4,81	0,42	0,82	12,68	63,77	17,26	0,24	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abril	3,62	0,07	0,93	13,29	64,46	17,38	0,24	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maio	3,53	0,23	1,48	13,82	63,56	17,13	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junho	3,82	0,10	1,03	12,76	63,45	18,53	0,29	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	3,85	0,11	1,05	11,84	59,77	22,74	0,61	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	5,52	0,08	0,88	12,03	61,72	19,38	0,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	4,28	0,10	1,02	13,50	62,89	17,87	0,32	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	3,54	0,07	1,05	12,46	63,72	18,85	0,31	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	3,14	0,07	0,94	12,05	64,10	19,36	0,34	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	3,21	0,09	0,95	12,33	63,20	19,83	0,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	4,14	0,12	0,98	12,59	63,31	18,52	0,32	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desv.Pad	1,00	0,10	0,18	0,65	1,49	1,69	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



SEMOR - Sistema Especialista de Monitoramento em Radares

RELATÓRIO DE EQUIPAMENTOS

Máquina 003 - União e Indústria 9153 - Faixa 1

Dados do Equipamento:

Tipo: Discreto Data de Instalação: 01/03/2008
Velocidades: Projeto: 100Km/h 85%: 58Km/h Máxima : 60Km/h

Máquina 004 - União e Indústria 9153 - Faixa 2

Dados do Equipamento:

Tipo: Discreto Data de Instalação: 01/03/2008
Velocidades: Projeto: 100Km/h 85%: 58Km/h Máxima : 60Km/h

Máquina 009 - União e Indústria 3739 - Faixa 1

Dados do Equipamento:

Tipo: Discreto Data de Instalação: 01/03/2008
Velocidades: Projeto: 80Km/h 85%: 58Km/h Máxima : 60Km/h

Máquina 010 - União e Indústria 3739 - Faixa 2

Dados do Equipamento:

Tipo: Discreto Data de Instalação: 01/03/2008
Velocidades: Projeto: 80Km/h 85%: 58Km/h Máxima : 60Km/h

Máquina 013 - Washington Luiz 451 - Faixa 1

Dados do Equipamento:

Tipo: Discreto Data de Instalação: 01/03/2008
Velocidades: Projeto: 80Km/h 85%: 48Km/h Máxima : 50Km/h

Máquina 014 - Washington Luiz 451 - Faixa 2

Dados do Equipamento:

Tipo: Discreto Data de Instalação: 01/03/2008
Velocidades: Projeto: 80Km/h 85%: 48Km/h Máxima : 50Km/h

Máquina 021 - Barão do Rio Branco 1237 - Faixa 1

Dados do Equipamento:

Tipo: Discreto Data de Instalação: 01/03/2008
Velocidades: Projeto: 70Km/h 85%: 47Km/h Máxima : 50Km/h

Médias: (1): 1,115% (2): 95,043% (3): 3,821% (4): 0,021%

Amplitudes: (1): 1,068 (2): 2,006 (3): 1,76 (4): 0,045

Índices de Eficiência:

Ano-Mês	Geral	Medição	Registros	Operação
2008-03	9,18	10	9	7,4
2008-04	9,5	10	9	9
2008-05	8,8	10	6	10
2008-06	9,4	10	8	10
2008-07	6,9	5	8	10
2008-08	9,7	10	9	10
2008-09	9,64	10	9	9,7
2008-10	9,64	10	9	9,7
2008-11	9,7	10	9	10
2008-12	9,4	10	8	10

Médias:

Legenda: (1) Faixa de velocidade entre 0 a 50% da regulamentada ; (2) Faixa de velocidade entre 51 a 100% da regulamentada ;
(3) Faixa de velocidade entre 101 a 150% da regulamentada ; (4) Faixa de velocidade acima de 150% da regulamentada

Data: 08/04/2011

Página 1

APÊNDICE IV - Exemplo de relatório emitido pelo SEMOR

SEMOR - Sistema Especialista de Monitoramento em Radares

RELATÓRIO DE EQUIPAMENTOS

Ano-Mês	(1)	(2)	(3)	(4)
2008-03	1,452	95,258	3,285	0,005
2008-04	1,515	95,667	2,811	0,007
2008-05	1,526	95,131	3,334	0,008
2008-06	1,023	94,652	4,296	0,029
2008-07	1,060	94,286	4,621	0,033
2008-08	1,045	94,535	4,397	0,024
2008-09	0,961	95,208	3,807	0,024
2008-10	0,887	95,133	3,955	0,026
2008-11	0,828	95,296	3,854	0,022
2008-12	0,849	95,263	3,854	0,033
Amplitudes:				
Ano-Mês	(1)	(2)	(3)	(4)
2008-03	0,616	1,125	1,411	0,033
2008-04	0,603	1,119	1,273	0,023
2008-05	3,402	3,772	1,927	0,036
2008-06	0,966	1,732	1,883	0,041
2008-07	1,297	2,428	1,784	0,041
2008-08	1,760	2,340	1,860	0,051
2008-09	0,606	1,452	1,559	0,038
2008-10	0,510	2,128	1,958	0,048
2008-11	0,345	1,903	1,677	0,051
2008-12	0,559	2,060	2,260	0,085

Máquina 022 - Barão do Rio Branco 1237 - Faixa 2

Dados do Equipamento:

Tipo: Discreto Data de Instalação: 01/03/2008

Velocidades: Projeto: 70Km/h 85%: 47Km/h Máxima : 50Km/h

Médias: (1): 2,541% (2): 95,921% (3): 1,536% (4): 0,004%

Amplitudes: (1): 2,129 (2): 2,186 (3): 0,95 (4): 0,019

Índices de Eficiência:

Ano-Mês	Geral	Medição	Registros	Operação
2008-03	9,18	10	9	7,4
2008-04	8,6	10	6	9
2008-05	9,7	10	9	10
2008-06	9,7	10	9	10
2008-07	9,7	10	9	10
2008-08	9,7	10	9	10
2008-09	9,64	10	9	9,7
2008-10	8,74	10	6	9,7
2008-11	8,8	10	6	10
2008-12	8,8	10	6	10

Médias:

Ano-Mês	(1)	(2)	(3)	(4)
2008-03	3,835	94,825	1,338	0,002
2008-04	3,807	94,872	1,321	0,001
2008-05	3,678	94,723	1,598	0,001
2008-06	2,246	96,041	1,710	0,004
2008-07	1,874	96,470	1,653	0,003

Legenda: (1) Faixa de velocidade entre 0 a 50% da regulamentada ; (2) Faixa de velocidade entre 51 a 100% da regulamentada a
(3) Faixa de velocidade entre 101 a 150% da regulamentada ; (4) Faixa de velocidade acima de 150% da regulamentada

Data: 08/04/2011

Página 2

SEMOR - Sistema Especialista de Monitoramento em Radares

RELATÓRIO DE EQUIPAMENTOS

2008-08	2,044	96,438	1,517	0,001
2008-09	2,040	96,475	1,482	0,002
2008-10	1,915	96,525	1,557	0,003
2008-11	1,920	96,499	1,575	0,006
2008-12	2,041	96,339	1,610	0,009
Amplitudes:				
Ano-Mês	(1)	(2)	(3)	(4)
2008-03	1,473	1,622	0,676	0,012
2008-04	2,002	2,147	2,304	0,011
2008-05	9,719	10,068	0,917	0,012
2008-06	1,912	1,850	0,915	0,021
2008-07	0,877	0,708	0,636	0,012
2008-08	1,578	1,471	0,690	0,011
2008-09	0,690	0,709	0,800	0,011
2008-10	0,677	0,898	0,793	0,024
2008-11	0,909	0,867	0,782	0,013
2008-12	1,450	1,507	0,986	0,057

Máquina 023 - Monsenhor Bacelar 125 - Faixa 1

Dados do Equipamento:

Tipo: Discreto Data de Instalação: 01/03/2008

Velocidades: Projeto: 80Km/h 85%: 47Km/h Máxima : 50Km/h

Médias: (1): 12,017% (2): 86,876% (3): 1,095% (4): 0,012%

Amplitudes: (1): 6,639 (2): 6,122 (3): 0,791 (4): 0,025

Índices de Eficiência:

Ano-Mês	Geral	Medição	Registros	Operação
2008-03	9,48	10	10	7,4
2008-04	9,7	10	9	10
2008-05	8,8	10	6	10
2008-06	9,56	10	9	9,3
2008-07	9,58	10	9	9,4
2008-08	9,7	10	9	10
2008-09	9,7	10	9	10
2008-10	9,7	10	9	10
2008-11	9,7	10	9	10
2008-12	9,7	10	9	10

Médias:

Ano-Mês	(1)	(2)	(3)	(4)
2008-03	14,088	85,059	0,845	0,008
2008-04	13,832	85,288	0,872	0,009
2008-05	14,172	84,919	0,897	0,012
2008-06	11,946	86,958	1,086	0,011
2008-07	11,419	87,315	1,258	0,008
2008-08	10,819	87,929	1,238	0,014
2008-09	11,396	87,455	1,138	0,011
2008-10	11,742	87,133	1,114	0,012
2008-11	10,697	88,049	1,240	0,014
2008-12	10,054	88,660	1,269	0,018

Amplitudes:

Legenda: (1) Faixa de velocidade entre 0 a 50% da regulamentada ; (2) Faixa de velocidade entre 51 a 100% da regulamentada a
(3) Faixa de velocidade entre 101 a 150% da regulamentada ; (4) Faixa de velocidade acima de 150% da regulamentada

Data: 08/04/2011

Página 3

APÊNDICE IV - Exemplo de relatório emitido pelo SEMOR

SEMOR - Sistema Especialista de Monitoramento em Radares

RELATÓRIO DE EQUIPAMENTOS

Ano-Mês	(1)	(2)	(3)	(4)
2008-03	10,187	10,431	0,770	0,017
2008-04	6,639	6,094	0,688	0,022
2008-05	9,612	9,326	0,501	0,016
2008-06	5,063	4,520	1,061	0,026
2008-07	4,833	4,171	0,914	0,018
2008-08	5,521	4,967	0,629	0,026
2008-09	6,848	6,283	0,712	0,029
2008-10	6,780	6,182	0,769	0,026
2008-11	5,430	4,569	0,933	0,031
2008-12	5,473	4,674	0,923	0,033

Máquina 024 - Monsenhor Bacelar 125 - Faixa 2

Dados do Equipamento:

Tipo: Discreto Data de Instalação: 1/3/2008

Velocidades: Projeto: 80Km/h 85%: 47Km/h Máxima : 50Km/h

Médias: (1): 30,761% (2): 68,659% (3): 0,578% (4): 0,004%

Amplitudes: (1): 10,101 (2): 9,906 (3): 0,371 (4): 0,012

Índices de Eficiência:

Ano-Mês	Geral	Medição	Registros	Operação
2008-03	8,28	10	6	7,4
2008-04	9,7	10	9	10
2008-05	9,7	10	9	10
2008-06	9,56	10	9	9,3
2008-07	9,88	10	10	9,4
2008-08	10	10	10	10
2008-09	9,7	10	9	10
2008-10	9,7	10	9	10
2008-11	9,7	10	9	10
2008-12	9,4	10	8	10

Médias:

Ano-Mês	(1)	(2)	(3)	(4)
2008-03	31,600	67,908	0,490	0,002
2008-04	33,913	65,588	0,495	0,003
2008-05	33,437	66,097	0,464	0,002
2008-06	30,480	68,961	0,558	0,001
2008-07	31,011	68,354	0,633	0,002
2008-08	29,907	69,418	0,668	0,007
2008-09	29,902	69,461	0,636	0,001
2008-10	30,984	68,437	0,575	0,004
2008-11	28,867	70,494	0,638	0,002
2008-12	27,501	71,871	0,626	0,003

Amplitudes:

Ano-Mês	(1)	(2)	(3)	(4)
2008-03	19,588	19,794	0,398	0,009
2008-04	6,516	6,269	0,315	0,009
2008-05	16,688	16,387	0,302	0,009
2008-06	6,425	6,304	0,287	0,016
2008-07	9,253	9,032	0,415	0,008

Legenda: (1) Faixa de velocidade entre 0 a 50% da regulamentada ; (2) Faixa de velocidade entre 51 a 100% da regulamentada ;
(3) Faixa de velocidade entre 101 a 150% da regulamentada ; (4) Faixa de velocidade acima de 150% da regulamentada

Data: 23/5/2011

Página 4

APÊNDICE IV - Exemplo de relatório emitido pelo SEMOR

SEMOR - Sistema Especialista de Monitoramento em Radares

RELATÓRIO DE EQUIPAMENTOS

2008-08	10,743	10,552	0,405	0,024
2008-09	8,031	7,787	0,374	0,008
2008-10	9,094	8,895	0,277	0,015
2008-11	7,558	7,248	0,508	0,008
2008-12	7,108	6,787	0,426	0,010

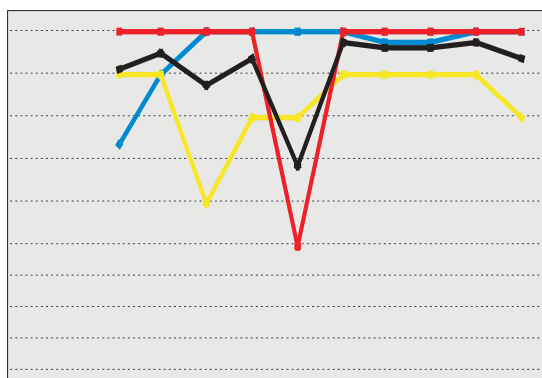
Legenda: (1) Faixa de velocidade entre 0 a 50% da regulamentada ; (2) Faixa de velocidade entre 51 a 100% da regulamentada
(3) Faixa de velocidade entre 101 a 150% da regulamentada ; (4) Faixa de velocidade acima de 150% da regulamentada

Data: 23/5/2011

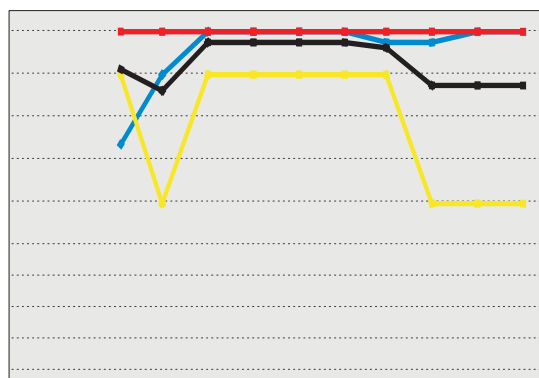
Página 5

SEMOR - Sistema Especialista de Monitoramento em Radares

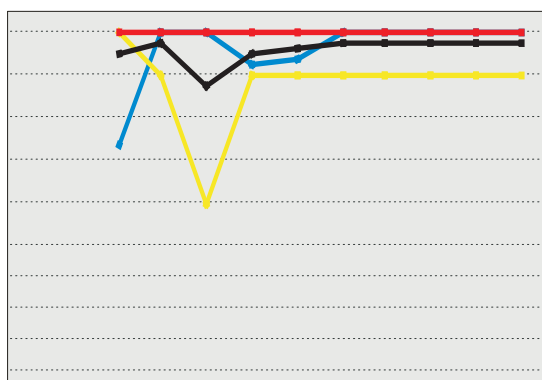
RELATÓRIO DE EQUIPAMENTOS



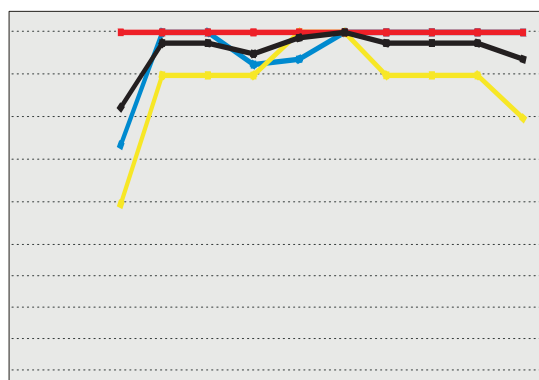
Máquina 21 - Ano 2008



Máquina 22 - Ano 2008



Máquina 23 - Ano 2008



Máquina 24 - Ano 2008

—	Geral	—	Registros
—	Medições	—	Operação

Legenda: (1) Faixa de velocidade entre 0 a 50% da regulamentada ; (2) Faixa de velocidade entre 51 a 100% da regulamentada ; (3) Faixa de velocidade entre 101 a 150% da regulamentada ; (4) Faixa de velocidade acima de 150% da regulamentada

Data: 23/5/2011

Página 6

SEMOR - Sistema Especialista de Monitoramento em Radares

RELATÓRIO DE FALHAS

Máquina 021

31/03/2008	Operação-Leve	Faixa 0	744
30/04/2008	Operação-Leve	Faixa 0	720
18/05/2008	Registro-Média	Faixa 0	23,6
	Medição-Leve	Faixa 1	7,401
	Medição-Leve	Faixa 2	89,186
06/07/2008	Medição-Média	Faixa 2	90,951
	Medição-Média	Faixa 4	5,823

Máquina 022

31/03/2008	Operação-Leve	Faixa 0	744
21/04/2008	Registro-Média	Faixa 0	42,42
30/04/2008	Operação-Leve	Faixa 0	720
17/05/2008	Medição-Leve	Faixa 1	21,262
	Medição-Leve	Faixa 2	76,402
02/10/2008	Registro-Média	Faixa 0	32,54
06/10/2008	Registro-Média	Faixa 0	26,97
13/11/2008	Registro-Média	Faixa 0	23,51

Legenda: (1) Faixa de velocidade entre 0 a 50% da regulamentada ; (2) Faixa de velocidade entre 51 a 100% da regulamentada ;
(3) Faixa de velocidade entre 101 a 150% da regulamentada ; (4) Faixa de velocidade acima de 150% da regulamentada

Data: 08/04/2011

Página 1

APÊNDICE IV - Exemplo de relatório emitido pelo SEMOR

SEMOR - Sistema Especialista de Monitoramento em Radares

RELATÓRIO DE OPERAÇÃO

Máquina 021

Ano-Mês	Horas Operantes	Total Veículos	Veículos				
			SIV	(1)	(2)	(3)	(4)
2008-03	552 (17 dias)	135847	13861	1769	116255	3958	4
2008-04	648 (21 dias)	153470	15115	2136	132349	3859	11
2008-05	744 (24 dias)	203866	25074	2704	170307	5768	13
2008-06	720 (24 dias)	181541	21001	1662	152013	6818	47
2008-07	744 (24 dias)	174788	19129	1674	146821	7112	52
2008-08	744 (24 dias)	184615	18630	1710	157042	7194	39
2008-09	696 (23 dias)	170217	17629	1465	145328	5757	38
2008-10	720 (23 dias)	170385	17717	1337	145213	6079	39
2008-11	720 (24 dias)	178229	18746	1329	152118	6002	34
2008-12	744 (24 dias)	179988	19714	1362	152743	6118	51

Máquina 022

Ano-Mês	Horas Operantes	Total Veículos	Veículos				
			SIV	(1)	(2)	(3)	(4)
2008-03	552 (17 dias)	95187	6568	3441	84001	1175	2
2008-04	648 (21 dias)	102563	8158	3552	89731	1121	1
2008-05	744 (24 dias)	132636	7712	3978	118978	1966	2
2008-06	720 (24 dias)	141728	8959	2988	127516	2260	5
2008-07	744 (24 dias)	148126	8992	2588	134233	2309	4
2008-08	744 (24 dias)	160389	9861	3069	145186	2271	2
2008-09	696 (23 dias)	146601	8243	2806	133486	2063	3
2008-10	720 (23 dias)	150055	14205	2571	131104	2171	4
2008-11	720 (24 dias)	153159	13606	2697	134674	2174	8
2008-12	744 (24 dias)	146600	14951	2701	126793	2147	8

Legenda: (1) Faixa de velocidade entre 0 a 50% da regulamentada ; (2) Faixa de velocidade entre 51 a 100% da regulamentada a
(3) Faixa de velocidade entre 101 a 150% da regulamentada ; (4) Faixa de velocidade acima de 150% da regulamentada

Data: 08/04/2011

Página 1

Resolução nº 141, de 3 de outubro de 2002

Dispõe sobre o uso, a localização, a instalação e a operação de aparelho, de equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico para auxiliar na gestão do trânsito e dá outras providências.

O **CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN**, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 12, da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro - CTB, resolve:

I - Das disposições iniciais

Art. 1º. Os órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Trânsito – SNT poderão utilizar-se de aparelho, de equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico que tenha por finalidade auxiliá-los na promoção da administração e planejamento do trânsito, na melhoria da circulação e na segurança dos usuários.

Parágrafo único. A fiscalização das infrações previstas nos artigos 183, 208 e 218 do CTB, a ser exercida pela autoridade de trânsito com circunscrição sobre a via, poderá ser realizada com a utilização de aparelho, de equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico de auxílio na gestão do trânsito, desde que possuam dispositivo registrador de imagem que comprove a infração.

II - Da Instalação e Operação

Art. 2º. Compete à autoridade de trânsito com circunscrição sobre a via dispor sobre a localização, a instalação e a operação de aparelho, de equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico disponível referido nesta Resolução.

§ 1º a definição do local de instalação de aparelho, de equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico, para fins do § 2º do Art. 280 do CTB, deverá ser precedida de estudos técnicos que contemplem, dentre outras variáveis, os índices de acidentes, as características da localidade, a velocidade máxima da via, a geometria da via, a densidade veicular, o potencial de risco aos usuários, e que comprovem a necessidade de fiscalização, sempre dando prioridade à educação para o trânsito e à redução e prevenção de acidentes.

§ 2º os estudos técnicos referidos no parágrafo anterior deverão estar disponíveis ao público na sede do órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via e do Conselho de

Trânsito do respectivo Estado ou do Distrito Federal, devendo ser revistos com periodicidade mínima de 12 meses ou sempre que ocorrerem alterações nas suas variáveis.

§ 3º além da aprovação, verificação e atendimento das exigências do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, o aparelho, o equipamento ou qualquer outro meio tecnológico do tipo fixo somente poderá entrar em operação depois de homologada sua instalação pela autoridade de trânsito

Art. 3º. A instalação e a operação de aparelho, de equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico para fins de comprovação de infração deverão ser executadas por autoridade de trânsito ou por agente da autoridade de trânsito.

Parágrafo único. Exclui-se dessa exigência, o aparelho, o equipamento ou qualquer outro meio tecnológico afixado em local definido e em caráter permanente.

Art. 4º. É obrigatória a presença da autoridade de trânsito ou de seu agente, no local da infração, sempre que utilizado aparelho, equipamento ou qualquer outro meio tecnológico para os fins do § 2º do artigo 280 do CTB, exceto quando do tipo fixo.

III – Dos Aparelhos

Art. 5º. O aparelho, o equipamento ou qualquer outro meio tecnológico, quando utilizado para os fins do § 2º do artigo 280 do CTB, deverá:

I - estar com o modelo aprovado pelo INMETRO, ou entidade por ele delegada, atendendo à legislação metrológica e aos requisitos estabelecidos nesta Resolução; e

II - ser verificado pelo INMETRO ou entidade por ele delegada, obrigatoriamente, com periodicidade máxima de seis (06) meses ou sempre que qualquer de seus componentes sofrer avarias, manutenção ou for manipulado.

IV – Da Sinalização nos Locais de Fiscalização

Art. 6º. A utilização de aparelho, de equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico para fins de comprovação de infração por excesso de velocidade somente poderá ocorrer em vias dotadas de sinalização vertical de regulamentação de velocidade máxima permitida e, sempre que possível, de sinalização horizontal indicando, também, a velocidade máxima permitida.

§ 1º a sinalização de que trata o *caput* deste artigo deverá ser afixada ao longo da via fiscalizada, de acordo com a legislação específica, observados os critérios da engenharia de tráfego, de forma a garantir a segurança viária e informar, adequadamente, aos condutores dos veículos a velocidade máxima permitida para o local.

§ 2º se utilizado em trecho com velocidades inferiores às regulamentadas no trecho anterior, deverá ser precedido de sinalização regulamentar de velocidade máxima permitida de decréscimos, em intervalos múltiplos de 10 Km/h (quilômetro por hora), distantes 75 m (metros) para cada 10 Km/h (quilômetros por hora) de redução.

Art. 7º. É obrigatória a utilização, ao longo da via em que está instalado o aparelho, o equipamento ou qualquer outro meio tecnológico, da sinalização vertical de indicação educativa, informando a existência de fiscalização, bem como a associação dessa informação à placa de regulamentação de velocidade máxima permitida.

Art. 8º. Para a utilização de aparelho, de equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico do tipo fixo, estático ou portátil, deverá ser observada uma distância entre a placa de regulamentação da velocidade máxima permitida e o local de medição da velocidade, conforme a tabela do Anexo II desta Resolução, sendo obrigatória a repetição da placa nesse espaço, caso existam pontos de acesso intermediários e sendo facultada a repetição nos demais casos.

§ 1º é facultado o uso de sinalização indicativa de velocidade máxima permitida removível, desde que respeitados os critérios técnicos definidos na Resolução nº 599/82, do CONTRAN, para o cumprimento das distâncias estabelecidas na Tabela do Anexo II desta Resolução, quando o aparelho, o equipamento ou qualquer outro meio tecnológico em operação for do tipo estático ou portátil.

§ 2º nos casos em que a fixação da sinalização for inviabilizada por motivos físicos, será admitida uma variação, para mais ou para menos, de até 10 % (dez por cento) das distâncias definidas na tabela do Anexo II desta Resolução.

Art. 9º. A utilização de aparelho, de equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico do tipo móvel, para fins de comprovação de infração por excesso de velocidade, só poderá ocorrer em trechos de rodovias e vias de trânsito rápido onde não ocorra variação de velocidade máxima permitida nos cinco quilômetros que antecedem o ponto de medição.

V – Do Processamento das Informações para fins de autuação

Art. 10. O processamento das informações geradas pelo aparelho, equipamento ou qualquer outro meio tecnológico será de competência da autoridade de trânsito ou de seu agente, que deverá realizar análises de consistência para a sua validação.

§ 1º Nas análises de consistência deverão ser verificadas, entre outros aspectos, a numeração seqüencial das imagens geradas, a compatibilidade das características do veículo

atuado com os respectivos dados cadastrais e o cumprimento dos demais requisitos constantes desta Resolução.

§ 2º A validação das imagens para os efeitos legais, assim como o seu cancelamento por divergência das características do veículo, por falta de nitidez, ou falha do aparelho, do equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico, entre outros motivos, deve ser executada pela autoridade de trânsito, observado o disposto nos incisos I e II do parágrafo único do artigo 281 do CTB.

VI – Do Comprovante, do Auto de Infração e da Notificação

Art. 11. O comprovante da infração emitido por aparelho, por equipamento ou por qualquer outro meio tecnológico deverá constar no auto de infração, para o efeito do § 2º do art. 280 do CTB, e na notificação da autuação.

Art. 12. O comprovante de infração de trânsito por excesso de velocidade poderá ser emitido por aparelho, por equipamento ou por qualquer outro meio tecnológico medidor de velocidade com dispositivo registrador de imagem.

§ 1º o comprovante da infração deverá permitir a identificação do local, da marca e da placa do veículo e conter:

- I – a velocidade regulamentar da via;
- II – a velocidade do veículo medida pelo aparelho, pelo equipamento ou por qualquer outro meio tecnológico;
- III – a identificação e data de verificação do aparelho, do equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico;
- IV – o local, a data e a hora da infração; e
- V – a identificação do agente de trânsito, quando se tratar de aparelho, de equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico do tipo estático, portátil ou móvel.

§ 2º a velocidade considerada, para efeito de aplicação de penalidade, é a diferença entre a velocidade medida e o valor correspondente ao seu erro máximo admitido, todas expressas em Km/h.

§ 3º o erro máximo admitido deve respeitar a legislação metrológica em vigor.

§ 4º o comprovante emitido por aparelho, por equipamento ou qualquer outro meio tecnológico, do tipo fixo, deverá ser homologado por autoridade de trânsito.

Art. 13. O Auto de Infração de trânsito por excesso de velocidade medida por aparelho, por equipamento ou por qualquer outro meio tecnológico deverá conter:

I – os caracteres da placa de identificação do veículo, sua marca e espécie, e outros elementos julgados necessários à sua identificação;

II - a velocidade regulamentar da via;

III – a velocidade do veículo medida pelo aparelho, pelo equipamento ou por qualquer outro meio tecnológico;

IV– a velocidade considerada;

V - a identificação e data de verificação do aparelho, do equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico;

VI – o local, a data e a hora da infração; e

VII – a identificação do órgão ou entidade de trânsito, da autoridade ou do agente de trânsito.

Art. 14. O comprovante de infração de trânsito por parada do veículo sobre faixa de pedestre poderá ser emitido por aparelho, por equipamento ou por qualquer outro meio tecnológico com dispositivo registrador de imagem.

§ 1º o aparelho, o equipamento ou qualquer outro meio tecnológico deverá ser programado para executar o registro dez (10) segundos após o sinal de parada obrigatória.

§ 2º o comprovante deverá demonstrar que o veículo parou sobre a faixa de pedestre, permitir a identificação da marca e da placa do veículo e conter:

I – a identificação e data de verificação do aparelho, do equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico; e

II – o local, a data e a hora da infração.

Art. 15. O Auto de Infração de trânsito por parada do veículo sobre faixa de pedestre na mudança de sinal luminoso, comprovada por aparelho, por equipamento ou por qualquer outro meio tecnológico com dispositivo registrador de imagem, deverá conter:

I – os caracteres da placa de identificação do veículo, sua marca e espécie e outros elementos julgados necessários à sua identificação;

II- a identificação e data de verificação do aparelho, do equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico;

III– o local, a data e a hora da infração; e

IV – a identificação do órgão ou entidade de trânsito, da autoridade ou do agente de trânsito.

Art. 16. O comprovante de infração de trânsito por avanço de sinal vermelho do semáforo poderá ser emitido por aparelho, por equipamento ou por qualquer outro meio tecnológico com dispositivo registrador de imagem.

Parágrafo único. O comprovante deverá demonstrar que o veículo avançou o sinal vermelho do semáforo, permitir a identificação da marca e da placa do veículo e conter:

- I – a identificação e data de verificação do aparelho, do equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico; e
- II – o local, a data e a hora da infração.

Art. 17. O Auto de Infração de trânsito por avanço de sinal vermelho do semáforo, comprovado por aparelho, por equipamento ou por qualquer outro meio tecnológico com dispositivo registrador de imagem, deverá conter:

- I – os caracteres da placa de identificação do veículo, sua marca e espécie e outros elementos julgados necessários à sua identificação;
- II - a identificação e data de verificação do aparelho, do equipamento ou de qualquer outro meio tecnológico;
- III – o local, a data e a hora da infração; e
- IV – a identificação do órgão ou entidade de trânsito, da autoridade ou do agente de trânsito.

Art. 18. A notificação da autuação e da penalidade deverá se fazer acompanhar de todas as informações constantes do respectivo auto de infração, de que tratam os artigos 13, 15 e 17 desta Resolução.

VII – Das Disposições Finais

Art. 19. O comprovante de infração a que se refere esta Resolução, emitido por aparelho, por equipamento ou por qualquer outro meio tecnológico, se disponibilizado ao órgão ou entidade de trânsito em virtude de contrato celebrado com terceiros, com cláusula que estabeleça remuneração com base em percentual ou na quantidade das multas aplicadas, não poderá servir para imposição de penalidade, devendo somente ser utilizado para auxiliar a gestão do trânsito.

Parágrafo único. Os órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito terão prazo de trinta (30) dias, contados a partir da publicação desta Resolução, para dar cumprimento ao disposto no *caput* deste artigo.

Art. 20. Em caráter excepcional, o Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN poderá autorizar o uso de aparelho ou de equipamento sem dispositivo registrador de imagem, para fins de comprovação de infração de trânsito, por excesso de velocidade, desde que o prazo dessa autorização não ultrapasse o período de doze (12) meses a contar da vigência desta Resolução.

Art. 21. A autoridade de trânsito com circunscrição sobre a via tem prazo de até cento e oitenta (180) dias, contados a partir da publicação desta Resolução, para adequar a sinalização às distâncias estabelecidas no seu Anexo II e disponibilizar os estudos de que trata o § 2º do artigo 2º desta Resolução, referentes aos aparelhos e equipamentos atualmente instalados.

Art. 22. Ficam revogadas as Resoluções n.º 795/95; 801/95; 23/98; 79/98; 86/99; 117/00; 123/01 e a Deliberação nº 29 de 19/12/2001.

Art. 23. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

CELSO FERNANDES CAMPILONGO

Ministério da Justiça – Suplente

CARLOS ROBERTO PAIVA DA SILVA

Ministério da Educação – Representante

JOSÉ AUGUSTO VARANDA

Ministério da Defesa – Suplente

CARLOS ALBERTO F. DOS SANTOS

Ministério do Meio Ambiente – Representante

PAULO MOSTARDEIRO WERBERICH

Ministério da Saúde – Suplente

PAULO SERGIO OLIVEIRA PASSOS

Ministério dos Transportes - Suplente

JOSÉ ANTONIO SILVÉRIO

Ministério da Ciência e Tecnologia – Suplente

ROSA MARIA CHAVES DA CUNHA

Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN

Publicada no DOU de 16.10.2002

ANEXO I

DEFINIÇÕES

I - Os aparelhos, quanto à automação, podem ser classificados em:

a) automático: aparelho dotado de dispositivo registrador de imagem, por processo químico ou digital, que não necessita da interferência do operador em qualquer das fases do seu funcionamento; e

b) não automático: aparelho que necessita do controle do operador.

II - Os aparelhos, quanto ao sistema de medição da velocidade, podem ser classificados em:

a) medidor que utiliza sensores de superfície, cujo elemento sensor encontra-se instalado sobre a superfície da via, de tal modo que a passagem de um veículo provoque alguma reação física, propiciando a medição da sua velocidade;

b) medidor ótico que utiliza feixes de luzes na região visível ou infravermelho para a medição da velocidade de um veículo; e

c) radar que utiliza ondas contínuas na faixa de microondas para a medição da velocidade de um veículo, transmitindo e recebendo essas ondas e operando pelo princípio Doppler.

III - Os aparelhos, quanto ao modo de operação, podem ser classificados em:

a) aparelho fixo: medidor eletrônico de velocidade instalado em local definido e em caráter permanente;

b) aparelho estático: medidor eletrônico de velocidade instalado em um suporte apropriado ou em um veículo da fiscalização de trânsito parado e devidamente caracterizado;

c) aparelho móvel: medidor eletrônico de velocidade instalado em um veículo da fiscalização de trânsito em movimento, procedendo a medição ao longo da via; e

d) aparelho portátil: medidor eletrônico de velocidade que funcione manualmente direcionado para o veículo alvo, operado pela autoridade de trânsito ou por seu agente.

ANEXO II	
VELOCIDADE REGULAMENTAR (Km/h)	DISTÂNCIA entre o medidor e a sinalização de velocidade máxima permitida (R-19) (m)
110	300
100	
90	
80	
70	
60	100
50	70
40	50

RESOLUÇÃO Nº 146, DE 27 DE AGOSTO DE 2003

(com as alterações das Resoluções nº 165/04, nº 202/06 e nº 214/06)

Dispõe sobre requisitos técnicos mínimos para a fiscalização da velocidade de veículos automotores, reboques e semi-reboques, conforme o Código de Trânsito Brasileiro.

O Conselho Nacional de Trânsito, usando da competência que lhe confere o inciso I, do art. 12 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro – CTB, e à vista do disposto no Decreto nº 4.711, de 29 de maio de 2003, que dispõe sobre a coordenação do Sistema Nacional de Trânsito – SNT, e

Considerando a necessidade de melhoria da circulação e educação do trânsito e da segurança dos usuários da via;

Considerando a disposição do § 2º do art. 280 do CTB que determina a necessidade do CONTRAN regulamentar previamente a utilização de instrumento ou equipamento hábil para o registro de infração;

Considerando a necessidade de definir o instrumento ou equipamento hábil para medição de velocidade de veículos automotores, reboques e semi-reboques;

Considerando a urgência em padronizar os procedimentos referentes à fiscalização eletrônica de velocidade;

Considerando a necessidade de definir os requisitos básicos para atender às especificações técnicas para medição de velocidade de veículos automotores, reboques e semi-reboques;

Considerando uniformizar a utilização dos medidores de velocidade em todo o território nacional;

Considerando a necessidade de não haver interrupção da fiscalização por instrumento ou equipamento hábil de avanço de sinal vermelho e de parada de veículo sobre a faixa de pedestres na mudança de sinal luminoso de veículos automotores, reboques e semi-reboques, sob pena de um aumento significativo da ocorrência de elevação dos atuais números de mortos e feridos em acidentes de trânsito;

Resolve:

Referendar a Deliberação nº 37, publicada no Diário Oficial da União em 22 de abril de 2003, do Presidente do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN;

Referendar a Deliberação nº 38, publicada no Diário Oficial da União de 14 de julho de 2003, do Presidente do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, que passa a vigorar com a seguinte redação:

Art. 1º. A medição de velocidade deve ser efetuada por meio de instrumento ou equipamento que registre ou indique a velocidade medida, com ou sem dispositivo registrador de imagem dos seguintes tipos:

I - Fixo: medidor de velocidade instalado em local definido e em caráter permanente;

II - Estático: medidor de velocidade instalado em veículo parado ou em suporte apropriado;

III - Móvel: medidor de velocidade instalado em veículo em movimento, procedendo a medição ao longo da via;

IV - Portátil: medidor de velocidade direcionado manualmente para o veículo alvo.

§ 1º O Medidor de Velocidade é o instrumento ou equipamento destinado à medição de velocidade de veículos automotores, reboques e semi - reboques.

§ 2º O instrumento ou equipamento medidor de velocidade dotado de dispositivo registrador de imagem deve permitir a identificação do veículo e, no mínimo:

I – Registrar:

- a) Placa do veículo;
- b) Velocidade medida do veículo em km/h;
- c) Data e hora da infração;

II – Conter:

- a) Velocidade regulamentada para o local da via em km/h;
- b) Local da infração identificado de forma descritiva ou codificado;
- c) Identificação do instrumento ou equipamento utilizado, mediante numeração estabelecida pelo órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via.

§ 3º A autoridade de trânsito deve dar publicidade à relação de códigos de que trata a alínea “b” e à numeração de que trata a alínea “c”, ambas do inciso II do parágrafo anterior.

Art. 2º. O instrumento ou equipamento medidor de velocidade de veículos deve observar os seguintes requisitos:

I – ter seu modelo aprovado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, atendendo a legislação metrológica em vigor e aos requisitos estabelecidos nesta Resolução;

II – ser aprovado na verificação metrológica realizada pelo INMETRO ou por entidade por ele delegada;

III - ser verificado pelo INMETRO ou entidade por ele delegada, obrigatoriamente com periodicidade máxima de 12 (doze) meses e, eventualmente, conforme determina a legislação metrológica em vigência.

Art. 3º Cabe à autoridade de trânsito com circunscrição sobre a via determinar a localização, a sinalização, a instalação e a operação dos instrumentos ou equipamentos medidores de velocidade. *(redação dada pela Resolução nº 214/06)*

§ 1º Não é obrigatória a presença da autoridade ou do agente da autoridade de trânsito, no local da infração, quando utilizado o medidor de velocidade fixo ou estático com dispositivo registrador de imagem que atenda aos termos do §2º do art. 1º desta Resolução.

§ 2º Para determinar a necessidade da instalação de instrumentos ou equipamentos medidores de velocidade, deve ser realizado estudo técnico que contemple, no mínimo, as variáveis no modelo constante no item A do Anexo I desta Resolução, que venham a comprovar a necessidade de fiscalização, garantindo a ampla visibilidade do equipamento. Toda vez que ocorrerem alterações nas suas variáveis, o estudo técnico deverá ser refeito com base no item B do Anexo I desta Resolução.

§ 3º Para medir a eficácia dos instrumentos ou equipamentos medidores de velocidade instalados a partir de 08 de setembro de 2006, deve ser realizado estudo técnico que contemple, no mínimo, o modelo constante no item B do Anexo I desta Resolução, devendo este estar

disponível em até 365 (trezentos e sessenta e cinco) dias após a implantação do instrumento ou equipamento medidor de velocidade;

§ 4º Sempre que os estudos técnicos previstos no Anexo I constatarem o elevado índice de acidentes ou não comprovarem sua redução significativa, recomenda-se a adoção de barreira eletrônica.

§ 5º Os estudos técnicos referidos nos parágrafos 2º, 3º e 4º devem:

I – estar disponíveis ao público na sede do órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via;

II – ser encaminhados às Juntas Administrativas de Recursos de Infrações – JARI dos respectivos órgãos ou entidades, quando por elas solicitados.

III – ser encaminhados aos Conselhos Estaduais de Trânsito ou ao CONTRADIFE, no caso do Distrito Federal, quando por eles solicitados.

IV – ser encaminhados ao Denatran, em se tratando de órgãos ou entidades executivas rodoviárias da União, órgãos ou entidades executivos de trânsito ou executivos rodoviários do Distrito Federal, Estaduais e Municipais.

§ 6º Até 31 de dezembro de 2006, o Denatran deverá regulamentar a forma como os estudos técnicos deverão ser encaminhados.

Art. 4º A notificação da autuação/penalidade deve conter, além do disposto no CTB e na legislação complementar, a velocidade medida pelo instrumento ou equipamento medidor de velocidade, a velocidade considerada para efeito da aplicação da penalidade e a velocidade regulamentada para a via, todas expressas em km/h.

§ 1º A velocidade considerada para efeito de aplicação de penalidade é a diferença entre a velocidade medida e o valor correspondente ao seu erro máximo admitido, todos expressos em km/h.

§ 2º O erro máximo admitido deve respeitar a legislação metrológica em vigor.

§ 3º Fica estabelecida a tabela de valores referenciais de velocidade constante do Anexo II desta Resolução, para fins de autuação/penalidade por infração ao art. 218 do CTB.

Art. 5º. A fiscalização de velocidade deve ocorrer em vias com sinalização de regulamentação de velocidade máxima permitida (placa R-19), observados os critérios da engenharia de tráfego, de forma a garantir a segurança viária e informar aos condutores dos veículos a velocidade máxima permitida para o local.

§ 1º A fiscalização de velocidade com medidor do tipo móvel só pode ocorrer em vias rurais e vias urbanas de trânsito rápido sinalizadas com a placa de regulamentação R-19, conforme legislação em vigor e onde não ocorra variação de velocidade em trechos menores que 5 (cinco) km.

§ 2º Para a fiscalização de velocidade com medidor do tipo fixo, estático ou portátil deve ser observada, entre a placa de regulamentação de velocidade máxima permitida e o medidor, uma distância compreendida no intervalo estabelecido na tabela constante do Anexo III desta Resolução, facultada a repetição da mesma a distâncias menores.

§ 3º Para a fiscalização de velocidade em vias em que ocorra o acesso de veículos por outra via ou pista que impossibilite no trecho compreendido entre o acesso e o medidor, o cumprimento do disposto no § 2º, deve ser acrescida nesse trecho a placa R-19.

§ 4º (revogado pela Resolução nº 214/06)

Art. 5º A. *É obrigatória a utilização, ao longo da via em que está instalado o aparelho, equipamento ou qualquer outro meio tecnológico medidor de velocidade, de sinalização vertical, informando a existência de fiscalização, bem como a associação dessa informação à placa de regulamentação de velocidade máxima permitida, observando o cumprimento das distâncias estabelecidas na tabela do Anexo III desta Resolução. (acrescentado pela Resolução nº 214/06)*

§ 1º São exemplos de sinalização vertical para atendimento do caput deste artigo, as placas constantes no Anexo IV.

§ 2º Pode ser utilizada sinalização horizontal complementar reforçando a sinalização vertical.

Art. 6º. (revogado pela Resolução nº 165/04)

Art. 7º. A adequação da sinalização ao disposto no §2º do artigo 5º tem prazo de 90 (noventa) dias contados a partir da publicação desta Resolução.

Art. 8º. Os órgãos e entidades de trânsito com circunscrição sobre a via têm prazo de 180 (cento e oitenta) dias a partir da data de publicação desta Resolução para elaborar e disponibilizar os estudos técnicos previstos no Anexo I, para os instrumentos ou equipamentos medidores de velocidade anteriormente instalados.

Art. 9º. Fica revogada a Resolução nº 141/2002.

Art.10. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

AILTON BRASILIENSE PIRES - Ministério das Cidades - Presidente
RENATO ARAUJO JUNIOR - Ministério da Ciência e Tecnologia - Titular
TELMO HENRIQUE SIQUEIRA MEGALE - Ministério da Defesa - Suplente
JUSCELINO CUNHA - Ministério da Educação - Titular
RUY DE GÓES LEITE DE BARROS - Ministério do Meio Ambiente - Titular
ELIZABETH CARMEN DUARTE - Ministério da Saúde - Titular
AFONSO GUIMARÃES NETO - Ministério dos Transportes Titular
JAQUELINE FILGUEIRAS CHAPADENSE - Ministério das Cidades - Titular

ANEXO I

(redação dada pela Resolução nº 214/06)

A - ESTUDO TÉCNICO: INSTALAÇÃO DE INSTRUMENTOS OU EQUIPAMENTOS MEDIDORES DE VELOCIDADE

1 – IDENTIFICAÇÃO DO ÓRGÃO DE TRÂNSITO

- Razão social:
- Estado/Município:

2 – LOCALIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO

- ☐ Local (fixo):
- ☐ Trecho (estático, móvel ou portátil):

- ☐ Sentido do fluxo fiscalizado:
- ☐ Faixa(s) de trânsito (circulação) fiscalizada(s) (numeração da esquerda para direita):

3 – EQUIPAMENTO

- ☐ Tipo:
- ☐ Fixo com mostrador de velocidade ☐ Fixo sem mostrador de velocidade
- ☐ Estático ☐ Móvel ☐ Portátil

Data de início da operação no local/trecho: ____/____/____

4 – CARACTERÍSTICAS DO LOCAL/TRECHO DA VIA

- ☐ Classificação viária (art. 60 do CTB): _____
- ☐ Nº de pistas: _____
- ☐ Nº de faixas de trânsito (circulação) no sentido fiscalizado: _____
- ☐ Geometria:
- ☐ Aclive ☐ Declive ☐ Plano ☐ Curva
- ☐ Trecho urbano: ☐ Sim ☐ Não
- ☐ Fluxo veicular na pista fiscalizada (VDM): _____
- ☐ Trânsito de pedestre: ☐ Sim ☐ ao longo da Via ☐ Transversal a via
- ☐ Não
- ☐ Trânsito de ciclista: ☐ Sim ☐ ao longo da Via ☐ Transversal a via
- ☐ Não

5 – VELOCIDADE

5.1 – Em trecho da via com velocidade inferior à regulamentada no trecho anterior:

5.1.1 - Velocidade antes do início da fiscalização (km/h):

- Velocidade regulamentada: _____
- Velocidade Praticada (85 percentil): _____

5.1.2 - Velocidade após o início da fiscalização (km/h):

- Velocidade regulamentada: _____ Data: ____/____/____

5.2 – Em trecho da via com velocidade igual à regulamentada no trecho anterior:

- Velocidade regulamentada: _____
- Velocidade Praticada antes do início da fiscalização: _____
- Data: ____/____/____

6 – Nº DE ACIDENTES NO LOCAL/TRECHO DA VIA

- ☐ Nos 06 meses antes do início da fiscalização: _____

7 – POTENCIAL DE RISCO NO LOCAL/TRECHO DA VIA

- ☐ Descrição dos fatores de risco:

ANEXO B – Resolução CONTRAN nº 146/2003

☐ Histórico descritivo das medidas de engenharia adotadas antes da instalação do equipamento:

☐ Outras informações julgadas necessárias:

B – ESTUDO TÉCNICO: MONITORAMENTO DA EFICÁCIA DOS INSTRUMENTOS OU EQUIPAMENTOS MEDIDORES DE VELOCIDADE

1 - IDENTIFICAÇÃO DO ÓRGÃO DE TRÂNSITO

- Razão social:
- Estado/Município:

2 – LOCALIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO

- ☐ Local (fixo):
- ☐ Trecho (estático, móvel ou portátil):
- ☐ Sentido do fluxo fiscalizado:
- ☐ Faixa(s) de trânsito (circulação) fiscalizada(s) (numeração da esquerda para direita):

3 – EQUIPAMENTO

- ☐ Tipo:
- ☐ Fixo com mostrador de velocidade ☐ Fixo sem mostrador de velocidade
- ☐ Estático ☐ Móvel ☐ Portátil
- ☐ Data de início da operação no local/trecho: ____ / ____ / ____

4 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO TRECHO DA VIA

- ☐ Classificação viária (art. 60 do CTB): _____
- ☐ N.º de pistas: _____
- ☐ N.º de faixas de trânsito (circulação) no sentido fiscalizado: _____
- ☐ Geometria:
 - ☐ Aclive ☐ Declive ☐ Plano ☐ Curva
 - ☐ Trecho urbano: ☐ Sim ☐ Não

5 – CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DO TRECHO DA VIA POR SENTIDO

5.1 – Fluxo veicular classificado na pista fiscalizada (VDM): _____

5.2 – Velocidade:

5.2.1 – Em trecho da via com velocidade inferior à regulamentada no trecho anterior:

a) Velocidade antes do início da fiscalização (km/h):

- Velocidade regulamentada: _____

ANEXO B – Resolução CONTRAN nº 146/2003

- Velocidade Praticada (85 percentil): _____

b) Velocidade após o início da fiscalização (km/h):

- Velocidade regulamentada: _____ Data: ____/____/____

- Velocidade monitorada 06 meses depois: _____ Data: ____/____/____

5.2.2 – Em trecho da via com velocidade igual à regulamentada no trecho anterior:

- Velocidade regulamentada: _____

- Velocidade praticada (85 percentil) antes do início da fiscalização: _____

- Velocidade monitorada 06 meses depois: _____ Data: ____/____/____

☐ Trânsito de pedestre: ☐ Sim ☐ ao longo da Via ☐ Transversal a via ☐ Não

☐ Trânsito de ciclista: ☐ Sim ☐ ao longo da Via ☐ Transversal a via ☐ Não

6 – Nº DE ACIDENTES NO TRECHO DA VIA

Antes e depois o início da fiscalização, por 06 meses de igual período:

☐ Antes do início da operação do equipamento: _____

☐ Após início da operação do equipamento: _____

7 – AVALIAÇÃO DOS INSTRUMENTOS OU EQUIPAMENTOS MEDIDORES DE VELOCIDADE E MEDIDAS DE ENGENHARIA ADOTADAS

☐ Descrição dos fatores de risco:

☐ Histórico descritivo das medidas de engenharia adotadas antes e após a instalação do equipamento:

☐ Outras informações julgadas necessárias:

Nome: _____

Data: ____/____/____

8 – PROJETO OU CROQUI DO LOCAL

(Deve conter indicação do posicionamento do equipamento e da sinalização)

9 – RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO ESTUDO TÉCNICO

☐ Nome: _____

☐ CREA n.º: _____

☐ Assinatura: _____

☐ Data: ____/____/____

10 – RESPONSÁVEL TÉCNICO DO ÓRGÃO DE TRÂNSITO PERANTE O CREA

☐ Nome: _____

☐ CREA n.º: _____

☐ Assinatura: _____

☐ Data: ____ / ____ / ____

ANEXO II

(redação dada pela Resolução nº 202/06)

Tabela de valores referenciais de velocidade

<u>VM</u> <u>(Km/h)</u>	<u>VC</u> <u>(Km/h)</u>	<u>VM</u> <u>(Km/h)</u>	<u>VC</u> <u>(Km/h)</u>	<u>VM</u> <u>(Km/h)</u>	<u>VC</u> <u>(Km/h)</u>	<u>VM</u> <u>(Km/h)</u>	<u>VC</u> <u>(Km/h)</u>
27	20	69	62	111	103	153	142
28	21	70	63	112	104	154	143
29	22	71	64	113	105	155	144
30	23	72	65	114	106	156	145
31	24	73	66	115	107	157	146
32	25	74	67	116	108	158	147
33	26	75	68	117	109	159	148
34	27	76	69	118	110	160	149
35	28	77	70	119	111	161	150
36	29	78	71	120	112	162	151
37	30	79	72	121	113	163	152
38	31	80	73	122	113	164	153
39	32	81	74	123	114	165	153
40	33	82	75	124	115	166	154
41	34	83	76	125	116	167	155
42	35	84	77	126	117	168	156
43	36	85	78	127	118	169	157
44	37	86	79	128	119	170	158
45	38	87	80	129	120	171	159
46	39	88	81	130	121	172	160
47	40	89	82	131	122	173	161
48	41	90	83	132	123	174	162
49	42	91	84	133	124	175	163
50	43	92	85	134	125	176	164
51	44	93	86	135	126	177	165
52	45	94	87	136	126	178	166
53	46	95	88	137	127	179	166
54	47	96	89	138	128	180	167
55	48	97	90	139	129	181	168
56	49	98	91	140	130	182	169
57	50	99	92	141	131	183	170
58	51	100	93	142	132	184	171
59	52	101	94	143	133	185	172
60	53	102	95	144	134	186	173
61	54	103	96	145	135		
62	55	104	97	146	136		
63	56	105	98	147	137		
64	57	106	99	148	138		
65	58	107	100	149	139		
66	59	108	100	150	140		
67	60	109	101	151	140		
68	61	110	102	152	141		

ANEXO B – Resolução CONTRAN nº 146/2003

Obs.: 1.VM – VELOCIDADE MEDIDA (Km/h)

VC – VELOCIDADE CONSIDERADA (Km/h)

2. Para velocidades medidas superiores aos indicados na tabela, considerar o erro máximo admissível de 7%, com arredondamento matemático para se calcular a velocidade considerada.

Limite Regulamentado (km/h)	218 I – infração média	218 II – infração grave	218 III – infração gravíssima
20	$21 \leq VC \leq 24$	$25 \leq VC \leq 30$	$VC \geq 31$
30	$31 \leq VC \leq 36$	$37 \leq VC \leq 45$	$VC \geq 46$
40	$41 \leq VC \leq 48$	$49 \leq VC \leq 60$	$VC \geq 61$
50	$51 \leq VC \leq 60$	$61 \leq VC \leq 75$	$VC \geq 76$
60	$61 \leq VC \leq 72$	$73 \leq VC \leq 90$	$VC \geq 91$
70	$71 \leq VC \leq 84$	$85 \leq VC \leq 105$	$VC \geq 106$
80	$81 \leq VC \leq 96$	$97 \leq VC \leq 120$	$VC \geq 121$
90	$91 \leq VC \leq 108$	$109 \leq VC \leq 135$	$VC \geq 136$
100	$101 \leq VC \leq 120$	$121 \leq VC \leq 150$	$VC \geq 151$
110	$111 \leq VC \leq 132$	$133 \leq VC \leq 165$	$VC \geq 166$
120	$121 \leq VC \leq 144$	$145 \leq VC \leq 180$	$VC \geq 181$

ANEXO III

Velocidade Regulamentada (km/h)	Intervalo de Distância (metros)	
	Via Urbana	Via Rural
$V \geq 80$	400 a 500	1000 a 2000
$V < 80$	100 a 300	300 a 1000

ANEXO IV

EXEMPLOS DE SINALIZAÇÃO VERTICAL

(acrescentado pela Resolução nº 214/06)



Nº Auto: K29279753		PREFEITURA MUNICIPAL DE PETRÓPOLIS		258770	
Placa: [REDACTED]		NOTIFICAÇÃO DE AUTUAÇÃO		Órgão Autuador	
Nº. AR: 859923885					

Descrição da Marca / Modelo GM/ZAFIRA 2.0		Espécie do Veículo PASSAGEIRO	
Categoria do Veículo PARTICULAR		Cor do Veículo PRATA	
Tipo do Veículo AUTOMÓVEL			
Nome do Responsável [REDACTED]			
Descrição da Infração TRANSITAR EM VELOCIDADE SUP A MAX PERMITIDA EM MAIS DE 50%		Cód. Infração 74710	
Local da Infração AV.BARAO DO RIO BRANCO,PROX.1207-FX2 S.CENTRO			
Cód. Município 58777	Município da Infração PETROPOLIS		
Enquadramento 218 INC III	Data/Hora da Infração 17/12/2009 13:12:00	Pontos 7	
Gravidade da Infração GRAVISSIMA	Velocidade Considerada 90.00	Tipo F	Identif. do Aparelho 603275395
Velocidade Regulamentada 50.00	Velocidade Aferida 97.00	Ident. PRF	Nº Cent. INMETRO 42969013

Nº Cent. Aferição 12191318	Data Aferição 12/3/2009	Cod./Mat. Agente 7/2716
Localização do Aparelho CO,PROX.1207-FX2 S.CO101006010		

DADOS DA PENALIDADE

- O VALOR DE R\$ 459.69 REFERENTE A ESTA INFRAÇÃO, SOMENTE SERÁ EXIGIDO QUANDO DA NOTIFICAÇÃO DE PENALIDADE.

- ESTE DOCUMENTO NÃO FORMALIZA A COBRANÇA DA INFRAÇÃO.

DEFESA PRÉVIA - JUSTIFICATIVA / DESCRIÇÃO DOS FATOS