

O USO DE SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE VEÍCULOS
COMO INSTRUMENTO DE IMPLANTAÇÃO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE
E FORMA DE AGREGAR FUNÇÕES À UTILIZAÇÃO VEICULAR

Alberto Fabrício Caruso

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Aprovada por:

Prof. Paulo Cezar Martins Ribeiro, Ph.D.

Prof. Carlos David Nassi, Dr. Ing

Prof. Paulo Afonso Lopes da Silva, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

ABRIL DE 2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

CARUSO, ALBERTO FABRÍCIO.

O Uso de Sistemas de Identificação Automática de Veículos Como Instrumento de Implantação de Políticas de Transporte e Forma de Agregar Funções à Utilização Veicular [Rio de Janeiro] 2005

VIII, 268 p 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc. Engenharia de Transportes, 2005)

Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Identificação Automática de Veículos

2. Sistemas Inteligentes de Transportes

I. COPPE/UFRJ II. Título (Série)

Tudo Posso Naquele Que Me Fortalece

Tudo Posso Naquele Que Me Fortalece
Fp 4.13

A N.S. de Lourdes, de quem tantos benefícios tenho recebido ao longo dos anos

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos seguintes técnicos e profissionais, sem os quais não seria possível completar este trabalho. Antecipadamente, peço desculpas por um inadvertido esquecimento:

Bianca Nascimento	ENGEBRÁS
Branca F. Fabrício	UFRJ
Carlos Eduardo G. Maiolino	SMTR
Christian Alves	LAMSA
Cláudio Meireles	LAMSA
Eduardo Coutinho	Q-FREE
Gil Guedes	ABCR
José Alberto J. de Oliveira	DER-RJ
José Luiz Salvador	CRT
Marcelo Ambrósio	INTERTOLL
Márcio Athayde	Q-FREE
Ricardo Barra	CONCER
Rony Silva	ROTA-116
Sérgio Viana	ENGEBRÁS

Menção especial aos sites www.teleco.com.br e www.wirelessbrasil.org.br , pela proposta de disseminar informações, possibilitando o acesso de todos ao conhecimento adquiridos por alguns. Maneira inteligente de contribuir para o amadurecimento de uma sociedade, e que deve servir de exemplos para outras organizações afins.

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

O USO DE SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE VEÍCULOS
COMO INSTRUMENTO DE IMPLANTAÇÃO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE
E FORMA DE AGREGAR FUNÇÕES À UTILIZAÇÃO VEICULAR

Alberto Fabrício Caruso

Abril / 2005

Orientador: Paulo Cezar Martins Ribeiro

Programa: Engenharia de Transportes

Várias iniciativas relacionadas a identificação automática de veículos tem surgido por todo o Brasil, como meio de alcançar a eficiência e a eficácia desejada, em várias aplicações diferentes na área de transportes. Contudo, a falta de um sistema nacional, que sirva de referência para todos aqueles que desejam se beneficiar desta ferramenta, tem promovido a adoção de tecnologias e padrões diferentes, causando não somente desconforto a usuários e operadores, mas também inibindo uma disseminação maior de procedimentos deste tipo.

Este trabalho visa a estudar alternativas com vistas a implantação de um sistema de identificação automática de veículos – IAV, com uma abrangência nacional, a ser adotado opcionalmente no início, mas com possibilidade de ser expandido para toda a frota brasileira de veículos automotores a longo prazo.

Devido a grande complexidade relacionada a esta matéria, envolvendo vários segmentos da sociedade que serão influenciados pela proposta em questão, não se tem aqui a pretensão de se esgotar este assunto, mas tão somente fornecer subsídios, visando contribuir para o início dos trabalhos, tendo em vista a importância e a premência que esta questão requer.

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

AUTOMATIC VEHICLE IDENTIFICATION SYSTEMS – AVI – AS A TOOL IN
ORDER TO IMPLEMENT TRANSPORT POLICIES AND A WAY DO ADD
FUNCTIONS TO THE VEHICLE USE

Alberto Fabrício Caruso

April / 2005

Advisor: Paulo Cezar Martins Ribeiro

Department: Transportation Engineering

Many initiatives related to Automatic Vehicle Identification Systems (AVI), have been observed throughout Brazil, in order to achieve the desired level of efficiency and efficacy in different areas in the transportation field. Nevertheless, the absence of a widespread national standard - wich may serve as a reliable reference – has encouraged the adoption of different technologies and standards currently in use in the country. This situation, besides causing mishaps and discomfort to road users, has prevented the dissemination of AVI systems.

The purpose of this work is to investigate the implementation of an optional Automatic Vehicle Identification System in Brazil, wich contemplates the possibility of being gradually adopted by the whole Brazilian fleet.

Due to the great complexit of this subject that involves different segments of society, the approach favored by this study does not intend to exhaust the discussion at play, its aim being to contribute to the beginning of a fruitful discussion, as there's a great urgency and importancy to deal with this problem.

SUMÁRIO

1. Objetivo e Apresentação do Trabalho	1
2. Benefícios Advindos de um Sistema IAV	
2.1. Introdução	4
2.2. Sistema Atual de Identificação Veicular – Deficiências e Restrições	5
2.3. Agregando Funções ao Uso Veicular com um sistema IAV	17
2.4. Sistema IAV Contribuindo na Formulação de Políticas de Transporte	29
2.5. Invasão de Privacidade	50
2.6. Considerações Sobre o Capítulo	54
3. Tecnologias Disponíveis para a Identificação Automática de Veículos	
3.1. Introdução	56
3.2. <i>Global Positioning System – GPS</i>	58
3.3. Telefonia Celular	74
3.4. Reconhecimento Ótico de Caracteres (OCR)	94
3.5. Comunicação Dedicada de Curta Distância (DSRC)	114
3.6. - Uso Combinado destas Tecnologias	133
3.7. Alternativa Para Usuários Não Registrados	135
3.8. Preços	136
3.9. Considerações Sobre o Capítulo	139
4. Alternativa Mais Adequada com Vistas a um Sistema IAV Nacional	
4.1. Introdução	140
4.2. Cenário GPS/GSM	141
4.3. Cenário Telefonia Celular (TEL CEL)	147
4.4. Cenário OCR	151
4.5. Cenário DSRC	155
4.6. Premissas Básicas	158
4.7. Indicadores Utilizados na Avaliação	161
4.8. Metodologia da Análise Hierárquica	165
4.9. Primeira Avaliação – MAH	172
4.10. Segunda Avaliação	183

4.11. Considerações Sobre o Capítulo	198
5. Recomendações Para Implantação de um Sistema IAV Brasileiro	
5.1. Introdução	201
5.2. Um Sistema IAV Brasileiro	202
5.3. Uma Alternativa ao Sistema Automático	207
5.4. Plano de Ação Para Implantação de Um sistema IAV Nacional	210
6. Recomendações Finais – Sugestões para Futuras Pesquisas	225
ANEXOS:	
1-Resoluções do CONTRAN Mencionadas no Trabalho	228
2-Arquitetura Nacional de Sistemas ITS – Departamento de Transportes dos EUA ...	252
Referências Bibliográficas	254

1. Objetivo e Apresentação do Trabalho

O objetivo do presente trabalho é o de estudar tecnologias que possam ser usadas como forma de implantação de um sistema de Identificação Automática de Veículos – IAV, a ser incorporado por toda a frota brasileira de veículos rodoviários a médio e longo prazo.

Cabe inicialmente definir, para fins deste trabalho, o que seja um sistema de Identificação Automática de Veículos - IAV. Identificar um veículo consiste em não apenas reconhecer a sua categoria, ou seja, se é um veículo de passeio, se é um veículo longo de dois eixos, se é um veículo longo de três eixos, e assim por diante. Mas também identificá-lo em relação a sua utilização (oficial, particular, pública), em relação às suas características de fabricação (por exemplo, ano, marca, modelo), em relação aos seus proprietários atual e anteriores, bem como em relação a sua conformidade com a legislação em vigor, seja em termos de impostos, de multas, entre outros.

Até então, o procedimento oficial de identificação veicular não é realizado de forma automática, pois é necessária a participação humana para realizar esta tarefa. A legislação brasileira preconiza que a identificação veicular ocorra através de leitura dos caracteres de placas dianteira e traseira, bem como de inscrições em diferentes partes do veículo. Esta tarefa é realizada por agentes e operadores designados pela autoridade de trânsito competente.

O que se propõe é que este procedimento de identificação veicular possa também ser efetuado de forma automática, sem a participação humana, utilizando para isto os recursos da Telemática.

Cabe ressaltar também que um sistema de identificação automática de veículo deve possuir duas componentes principais. A primeira consiste na identificação do próprio veículo, como descrito acima. A segunda componente diz respeito à capacidade de reconhecimento do local no qual se encontra o veículo, no momento em que uma ocorrência de identificação é realizada. Esta ocorre com o objetivo de ativar algum

procedimento. Seja uma cobrança de pedágio, um controle de acesso ou uma infração de trânsito, estes eventos estão sempre associados ao local de ocorrência.

Algumas iniciativas neste sentido já têm sido observadas em todo o território nacional, principalmente no que se refere à cobrança de pedágio em rodovias. A necessidade de se buscar uma eficiência maior no desempenho de suas funções fez com que vários administradores de sistemas viários adotassem algum instrumento que permitisse a identificação veicular de forma automática. Contudo, a inexistência de uma posição oficial do governo brasileiro acarretou o surgimento de uma diversidade de tecnologias e padrões, o que não é benéfico nem para usuários nem para operadores. Este trabalho visa contribuir na escolha de um padrão nacional, o qual possa servir de referência para todos aqueles que queiram se beneficiar de um sistema IAV.

Assim, sendo, este trabalho está dividido em seis capítulos, sendo este o primeiro. O segundo capítulo trata dos motivos que conduziram à realização deste estudo. Será visto como o sistema atual não é eficaz em várias ocasiões. Será também mostrado como um sistema IAV pode agregar funções ao uso do veículo rodoviário, além de servir de importante instrumento na formulação de políticas de transporte.

O capítulo três apresenta quatro tecnologias, as quais poderiam ser cogitadas para servirem de base para um sistema de Identificação Automática de Veículos - IAV. Serão vistas as seguintes tecnologias:

- ✓ GPS (*Global Positioning System*)
- ✓ Telefonia Celular – LBS (*Location Based Service*)
- ✓ OCR (*Optical Character Recognition*)
- ✓ DSRC (*Dedicated Short Range Communication*)

No capítulo quatro serão apresentados quatro proposições distintas relativas à sistemas IAV, cada uma delas envolvendo uma ou mais das tecnologias acima mencionadas. Em prosseguimento, é selecionada, através de diferentes avaliações, a alternativa mais apropriada à realidade brasileira.

O capítulo cinco apresenta recomendações, em termos de arquitetura e outras questões, com vistas ao que poderia vir a ser um sistema IAV brasileiro. Por ser uma matéria de grande complexidade, com o envolvimento de inúmeros segmentos da sociedade, não se tem a pretensão de se esgotar o assunto neste estudo. Pelo contrário, o que se almeja é propor diretrizes que possam contribuir para o início dos trabalhos, visando atingir o objetivo em questão.

Finalmente, o capítulo seis apresenta as conclusões finais e sugere algumas linhas de pesquisa relativas a esta matéria.

2. Benefícios Advindos de um Sistema IAV

2.1) Introdução

Este capítulo versa sobre os benefícios que um sistema de Identificação Automática de Veículos (IAV) produziria para a sociedade como um todo, no que se refere ao transporte de bens e pessoas.

Deste modo, este capítulo é dividido em três itens. No primeiro deles está descrito o sistema atual de identificação veicular preconizado pelo Código de Trânsito Brasileiro – CTB, o qual não faz uso de recursos eletrônicos. São mostradas algumas deficiências e restrições, o que conduz a uma condição de ineficácia e insegurança em algumas aplicações, em especial àquelas referentes à fiscalização do trânsito.

O segundo item mostra como um sistema IAV pode agregar funções ao uso do veículo, acarretando vários benefícios aos proprietários deste, bem como aos administradores de rodovias, estacionamentos, estabelecimentos comerciais, entre outros. Estes benefícios podem ser traduzidos como conforto, segurança, confiança, entre outros atributos.

O terceiro item mostra como um sistema IAV pode servir como um importante instrumento na formulação de políticas de transportes. Talvez este seja o mais importante dos benefícios advindos de um empreendimento deste tipo, haja vista a relevância que a questão dos transportes requer, especialmente em relação a um país de dimensões continentais como o Brasil.

2.2) Sistema atual de Identificação Veicular – Deficiências e Restrições

2.2.1) Descrição do Sistema de Identificação Veicular Atual Preconizado pelo CTB

Para se estudar um sistema de identificação automática de veículo (IAV) é necessário conhecer-se o sistema atual e suas características, com vistas ao conhecimento de suas deficiências e limitações. É apresentada também a forma como a ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) trata esta questão.

O Sistema de Identificação e Licenciamento Veicular vigente hoje no Brasil é preconizado pelo CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO – CTB-, por meio dos seus artigos 19, 96, 114, 115, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 221 e 230, complementados por algumas resoluções e portarias, das quais as principais são:

QUADRO 2.2.a – Resoluções sobre a matéria

RESOLUÇÃO Nº	004	005	024	027	011	032	045	056	060	088	094	099	127
ANO	98	98	98	98	98	98	98	98	98	99	99	99	01

fonte: www.denatran.gov.br

De forma a não tornar o trabalho extensivo, optou-se em apresentar no corpo do trabalho os artigos do CTB, e as resoluções no ANEXO I. São reproduzidos a seguir apenas alguns dos artigos (ou partes destes) do CTB mencionados anteriormente, os quais foram considerados mais relevantes para o trabalho aqui desenvolvido.

CAPÍTULO II
Seção II
Da Composição e da Competência do Sistema Nacional de Trânsito
Art. 19- Compete ao órgão máximo executivo de trânsito da União
•
•
•
•
IX- organizar e manter o Registro Nacional de veículos automotores - RENAVAN
•
•
•

**CAPÍTULO IX
DOS VEÍCULOS**

Seção I

Disposições Gerais

Art. 96- Os veículos classificam-se em:

I- quanto à tração

- a) automotor;
- b) elétrico;
- c) de propulsão humana;
- d) de tração animal;
- e) reboque ou semi-reboque



Seção III

Da Identificação do Veículo

Art 114- O veículo será identificado obrigatoriamente por caracteres gravados no chassi ou no monobloco, reproduzidos em outras partes, conforme dispuser o CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito).

§ 1º - A gravação será realizada pelo fabricante ou montador, de modo a identificar o veículo, seu fabricante e as suas características, além do ano de fabricação, que não poderá ser alterado.

§ 2º - As regravações, quando necessárias, dependerão de prévia autorização da autoridade executiva de trânsito e somente serão processadas por estabelecimento por ela credenciado, mediante a comprovação de propriedade do veículo, mantida a mesma identificação anterior, inclusive o ano de fabricação.

§ 3º - Nenhum proprietário poderá, sem prévia permissão da autoridade executiva de trânsito, fazer, ou ordenar que se faça, modificações da identificação de seu veículo.

Art 115 – O veículo será identificado externamente por meio de placas dianteira e traseira, sendo esta lacrada em sua estrutura, obedecidas as especificações e modelos estabelecidos pelo CONTRAN.

§ 1º - Os caracteres das placas serão individualizados para cada veículo e o acompanharão até a baixa do registro, sendo vedado o seu reaproveitamento.

§ 2º - As placas com as cores verde e amarela da Bandeira Nacional serão usadas somente pelos veículos de representação pessoal do Presidente e Vice-Presidente da República, dos Presidentes do Senado Federal e da Câmara dos Deputados, do Presidente e dos Ministros do Supremo Tribunal Federal, dos Ministros de Estado, do Advogado-Geral da União e do Procurador-Geral da República

§ 3º - Os veículos de representação dos Presidentes dos Tribunais Federais, dos Governadores, Prefeitos, Secretários Estaduais e Municipais, dos Presidentes das Assembléias Legislativas, das Câmaras Municipais, dos Presidentes dos Tribunais Estaduais e do Distrito Federal, e do respectivo chefe do Ministério Público e ainda dos Oficiais Gerais das Forças Armadas terão placas especiais, de acordo com os modelos estabelecidos pelo CONTRAN.

§ 4º - Os aparelhos automotores destinados a puxar ou arrastar maquinaria de qualquer natureza ou a executar trabalhos agrícolas e de construção de pavimentos são sujeitos, desde que lhes seja facultado transitar nas vias, ao registro e licenciamento da repartição competente, devendo receber numeração especial.

§ 5º - O disposto neste artigo não se aplica aos veículos de uso bélico

§ 6º - os veículos de duas ou três rodas são dispensados da placa dianteira.



CAPÍTULO XI DO REGISTRO DE VEÍCULOS

Art 120- Todo veículo automotor, elétrico, articulado, reboque ou semi-reboque, deve ser registrado perante o órgão executivo de trânsito do Estado ou do Distrito Federal, no Município de domicílio ou residência de seu proprietário, na forma da lei.



Capítulo XV DAS INFRAÇÕES

Art. 161 – Constitui infração de trânsito a inobservância de qualquer preceito deste Código, da legislação complementar ou das resoluções do CONTRAN, sendo o infrator sujeito às penalidades e medidas administrativas indicadas em cada artigo, além das punições previstas no capítulo XIX.

Art. 221 – Portar no veículo placas de identificação em desacordo com as especificações e modelos estabelecidos pelo CONTRAN:

Infração: média;

Penalidade: multa;

Medida administrativa: retenção do veículo para regularização e apreensão das placas irregulares

Parágrafo único: Incide na mesma penalidade aquele que confecciona, distribui ou coloca, em veículo próprio ou de terceiros, placas de identificação não autorizadas pela regulamentação.



•
•
Art. 230 – Conduzir o veículo:

I- com o lacre, a inscrição do chassi, o selo, a placa ou qualquer outro elemento de identificação do veículo violado ou falsificado;

•
•
•
IV- sem qualquer uma das placas de identificação;

V- que não esteja registrado e devidamente licenciado;

VI- com qualquer uma das placas de identificação sem condições de legibilidade e visibilidade;

Infração: gravíssima;

Penalidade: multa e apreensão do veículo;

Medida administrativa: remoção do veículo

Como pode ser verificado, o CTB preconiza que a identificação dos veículos deve ser feita de duas maneiras. A primeira através de caracteres gravados no chassi ou monobloco e reproduzidos em outras partes. Externamente, os veículos são identificados por meio de placas dianteira e traseira, sendo esta última lacrada em sua estrutura, segundo recomendações do CONTRAN. Cabe salientar que o acesso aos caracteres gravados no chassi e no monobloco é difícil, e ocorre apenas com o veículo parado, pois necessita abrir o capô, abrir portas, levantar tapetes, e assim por diante. Por isso, a identificação mais frequente e usual se dá a partir das placas dianteira e traseira. Foi visto também que todo o sistema de identificação, inclusive as placas dianteira e traseira, deve acompanhar o veículo até o final de sua vida útil, não podendo ser substituído neste interim (Art 115 §1).

2.2.2) Limitações e Deficiências do Sistema Atual

Em várias situações que se apresentam no cotidiano, o sistema de identificação veicular em vigor não possibilita a correta identificação do veículo. Muitas são as razões, podendo citar algumas como principais:

- i) placas sujas ou em mau estado de conservação
- ii) veículos sem placas
- iii) placas inexistentes no cadastro (de outro estado da federação ou placas falsas)
- iv) placas propositadamente escondidas ou afixadas de forma irregular
- v) placas fora do campo de visão do aparelho aferidor de velocidade ou do agente de trânsito
- vi) problemas técnicos no momento da captura da imagem, no caso de fiscalização eletrônica, tais como baixo nível de luminosidade, fotografia fora de foco

A Fig. 2.2.a mostrada adiante apresenta alguns exemplos obtidos a partir de imagens capturadas por aparelhos aferidores de velocidade, utilizados na fiscalização da velocidade máxima regulamentar. Nelas são mostradas algumas das causas que impossibilitam o reconhecimento dos caracteres, revelando inclusive alguns artifícios utilizados com o intuito de burlar o sistema de fiscalização, através da impossibilidade de reconhecimento da placa para efeitos de identificação veicular.

De fato, o sistema vigente permite que diversas ações sejam tomadas por indivíduos que desejam fraudar os sistemas de fiscalização, contribuindo para uma situação de impunidade dos infratores. Por outro lado, não é difícil confeccionar placas falsas (comumente conhecidas como placas frias, sem registro no cadastro do departamento de trânsito), apesar da exigência de credenciamento de empresas que atuam neste ramo. Os procedimentos para isto não são complexos e, sobretudo, de custos muito baixos quando comparados com os valores pecuniários das infrações estabelecidos pela legislação. Isto leva a uma outra condição indesejável. Trata-se da clonagem de placas, a qual propicia a impunidade de infratores e a punição de inocentes. A substituição de placas nos veículos não é uma tarefa difícil de se realizar, e o lacre da placa traseira nem sempre pode ser percebido a distância, fazendo com que nem sempre seja possível confirmar a sua existência e integridade.

Tal problema é uma preocupação de diversos técnicos que atuam na área de trânsito. Isto pode ser comprovado por alguns trechos de reportagem obtidos na mídia sobre o assunto, e apresentados na figura 2.2.b.

A figura 2.2.c exposta adiante mostra algumas estatísticas obtidas junto a empresas que operam aparelhos aferidores de velocidade com registro eletrônico de imagem, utilizados na fiscalização da velocidade máxima regulamentar. São mostradas informações relativas a alguns estados da federação e a algumas cidades, além do Distrito Federal. Estas estatísticas mostram o percentual de descarte de imagens para cada região analisada. Isto vale dizer que da quantidade total de fotos de veículos batidas no momento da infração, muitas delas não foram aproveitadas, significando que muitos infratores deixaram de ser autuados, devido a algum problema. Para facilitar o ordenamento das informações para fins deste estudo as causas que impossibilitaram a correta identificação do veículo e, por conseguinte a emissão da correspondente autuação, foram organizadas em três categorias assim colocadas:

- ✓ CD – problemas de cadastro. Representa os casos das placas de outros estados (situação mais freqüente) ou das placas frias (sem registro). Infelizmente, não se tem como separar uma condição da outra. Representa também o caso dos veículos especiais, os quais recebem um tratamento diferenciado em relação aos demais.
- ✓ PT – problemas técnicos. Significa os casos nos quais a identificação da placa não pode ser efetuada devido a problemas técnicos, tais como foto fora de foco, placa fora do campo de visão da câmera, baixo nível de luminosidade, entre outros.
- ✓ PP – problemas na placa. Expressa os casos nos quais alguma deficiência neste elemento do veículo impossibilitou a correta identificação do mesmo. São exemplos disto as placas sujas ou em mau estado de conservação, veículos sem placas e até mesmo aqueles casos em que, por meio de algum truque, impediu-se a identificação dos caracteres da placa.

A Figura 2.2.c, além do percentual de imagens descartadas, mostra também a porcentagem em relação a cada uma das três categorias de problemas acima descritas, dentro do universo de placas descartadas. Verifica-se então que:

- (i) percentual de descarte é expressivo, chegando a atingir em alguns casos a mais de dois terços do universo de veículos que infringiram os limites de velocidade.
- (ii) problema de cadastro está afeto à questões operacionais e administrativas, em especial no que diz respeito ao inter-relacionamento entre os departamentos de trânsito de todas as regiões do país. Assim sendo, um sistema de Identificação Automática de Veículos não iria contribuir para uma alteração deste contexto.
- (iii) problemas técnicos e nas placas de identificação veicular são causas de não atuação de motoristas infratores as quais poderiam ser solucionadas através de um sistema automático de identificação de veículos. Isto equivale a dizer que pelo menos 50% (cinquenta por cento) dos descartes poderiam ter sido evitados atingindo, em certos casos, até 70% (setenta por cento). Tal medida contribuiria para uma maior eficácia do sistema de fiscalização de trânsito, promovendo um maior respeito dos usuários pelo sistema de aferição.

Além das deficiências anteriormente mostradas, o sistema atual possui sérias limitações. Isto porque não possibilita a adoção de procedimentos automatizados necessitando, portanto, da intervenção humana e, conseqüentemente, estando sujeito às mesmas limitações inerentes a característica humana. Podem-se citar apenas como exemplos, limitações do campo de visão para leitura dos caracteres identificadores, possibilidade de erro no registro da identificação, e até mesmo a possibilidade de um comportamento inadequado do agente para reagir à situação. Por outro lado, observa-se que em momentos nos quais se faz necessário executar alguma atividade de fiscalização, este procedimento não pode ser realizado sem o uso dos recursos da eletrônica. Em alguns locais, as condições de insalubridade e insegurança são tão expressivas que inviabiliza o procedimento de fiscalização a partir dos agentes de trânsito.

Um sistema de Identificação Automática de Veículos (IAV) proporcionaria uma segurança maior em relação àquele existente, decorrente não somente das maiores dificuldades de adulteração dos seus componentes, mas também devido a automatização dos procedimentos.



placa com caracteres apagados



placa com sinais de ferrugem



artifícios para obstruir a visão da placa – placa envergada (a esquerda) e obstrução com o pé



dispositivo para “deitar” a placa, a ser ativado quando da passagem pelo aparelho aferidor de velocidade

Fig. 2.2.a – placas sem condições de identificação
Imagens gentilmente cedidas por Sérgio Viana - Engebrás

24/04/2002 - 17h03m - Atualizado em 24/04/2002 - 18h26m

Chip poderá facilitar localização de veículos roubados

SÃO PAULO - O Ministério da Justiça estuda obrigar que veículos novos passem a sair da fábrica com aparelhos eletrônicos que facilitem sua identificação e localização. A medida tem o objetivo de reduzir o roubo, principalmente de cargas. Segundo a assessoria do Ministério, o Departamento Nacional de Trânsito (Denatran) estuda três modelos elaborados pelo Sindipeças, que reúne fabricantes de componentes para veículos.

O projeto tem o apoio do ministro da Justiça, Miguel Reale Júnior. Em evento realizado hoje em Brasília, ele afirmou que a medida é uma forma de 'adaptar a tecnologia ao combate à criminalidade'.

Segundo o diretor do Denatran Jorge Guilherme Francisconi, o dispositivo não deverá custar mais que US\$ 5. Ele afirmou esperar que uma resolução com as linhas do projeto saia em 45 dias.

Valor On Line

© 2002 Globo.com. Todos os direitos reservados

25/04/2002 - 08h30m - Atualizado em 25/04/2002 - 15h15m

Chip antifurto para veículos vai custar entre US\$ 3 e US\$ 5

BRASÍLIA - O chip eletrônico antifurto - equipamento cuja instalação passará a ser obrigatória em todos os carros novos até o final de 2002 - vai custar pouco e dificilmente poderá ser retirado pelos ladrões. Menor do que a unha do dedo de um adulto, o chip será instalado num invólucro de metal pesado entre as ferragens do carro. Isso dificultará a localização e praticamente inviabilizará sua retirada por criminosos. O chip custará entre US\$ 3 e US\$ 5.

Ontem, o ministro da Justiça, Miguel Reale Júnior, anunciou que até o fim do ano o governo vai tornar obrigatória a instalação da plaqueta em todos os carros novos. Nos usados, o uso do chip será opcional. Com isso, o governo espera diminuir o roubo de veículos no país.

O aparelho facilitará o rastreamento e a localização de peças e automóveis roubados. Os carros equipados com o chip, se forem roubados, poderão ser identificados em barreiras policiais ou em postos de pedágio. Esta identificação será feita por um sensor, que será distribuído aos policiais.

Conectado ao banco de dados do Renavam, o sinal de alerta do sensor será acionado automaticamente com a proximidade do carro roubado. Basta que a informação, repassada à polícia no momento da queixa de roubo, esteja incluída no banco de dados.

O sensor funcionará em qualquer parte do território nacional, inclusive nas regiões mais remotas. E o chip poderá ser fabricado por empresas brasileiras ou estrangeiras. O país já dispõe de tecnologia para esse tipo de produto.

Jornal O Globo

© 2002 Globo.com. Todos os direitos reservados

Fig 2.2.b – reportagens sobre o assunto

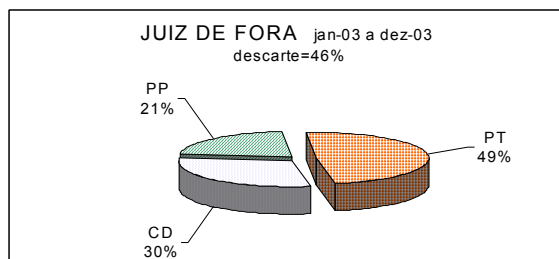
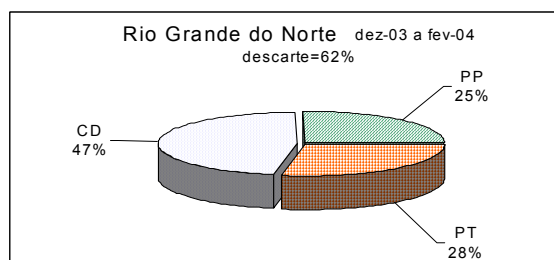
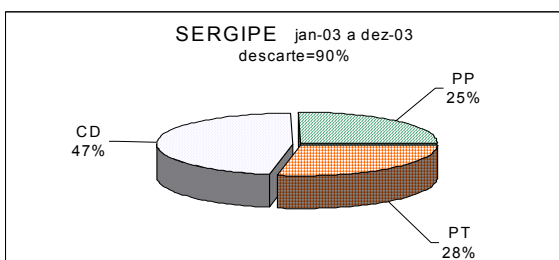
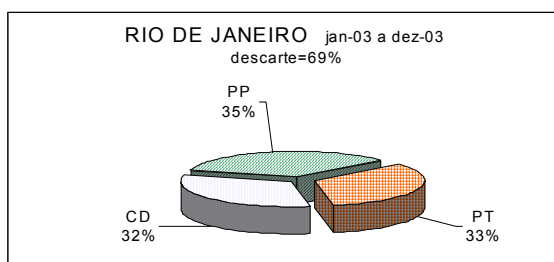
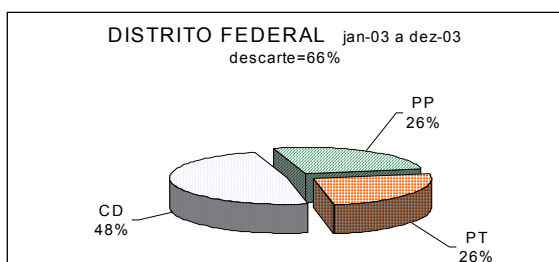


Fig 2.2.c – veículos não infracionados
Informações gentilmente cedidas por Sérgio Viana - Engebrás

Convenções:
descarte: fotos descartadas por algum dos motivos: CD, PT e PP.

CD- placa inexistente no cadastro, ou veículo especial não sujeito a infrações

PT- placa descartada por problemas técnicos

PP- placa descartada por problemas de reconhecimento

2.2.3) Modelo Institucional Brasileiro

Como já visto, o órgão que regula os procedimentos de telecomunicações no Brasil é a ANATEL, ou Agência Nacional de Telecomunicações. Criada pela Lei Geral de Telecomunicações, de 16 de julho de 1997, como órgão regulador das telecomunicações do Brasil, é entidade integrante da Administração Pública Federal indireta, submetida a regime autárquico especial, e vinculada ao Ministério das Comunicações.

Conforme disposto na Lei Geral de Telecomunicações, em seu artigo 158, compete à ANATEL editar e atualizar Plano com a Atribuição, Distribuição e Destinação de Radiofrequências associadas aos diversos serviços e atividades de telecomunicações (www.anatel.gov.br).

A resolução nº 305, de 26 de julho de 2002, estabelece quais espectros de frequência podem ser utilizados de acordo com a finalidade e aplicação, sem necessidade de solicitar autorização ao órgão regulador. No seu art. 1º dispõe:

Art. 1 - Este Regulamento tem por objetivo caracterizar os equipamentos de radiação restrita e estabelecer as condições de uso de radiofrequência para que possam ser utilizados com dispensa da licença de funcionamento de estação e independentes de outorga de autorização de uso de radiofrequência, conforme previsto no art. 163, § 2º, inciso I da Lei no 9.472, de 16 de julho de 1997.

O Art.46, apresentado na Seção XI, versa sobre Sistemas de Identificação Automática de Veículos. Está transcrito a seguir o referido artigo:

Seção XI

Sistemas de Identificação Automática de Veículos

Art. 46. Sistemas de Identificação Automática de Veículos utilizando técnicas de varredura de frequência e operando nas faixas 2,9-3,26 GHz, 3,267-3,332 GHz, 3,339-3,3458 GHz e 3,358-3,6 GHz devem atender às seguintes condições:

I – A intensidade de campo em qualquer ponto dentro da faixa de frequência de varredura deve estar limitada a 3.000 microvolt/m/MHz a 3 metros do equipamento em qualquer direção;

II – Quando em sua posição de operação, os Sistemas de Identificação Automática de Veículos não devem produzir uma intensidade de campo superior a 400 microvolt/m/MHz a 3 metros do equipamento em qualquer direção dentro de ± 10 graus do plano horizontal;

III – A intensidade de campo de emissões fora da faixa de frequências de varredura deve estar limitada a 100 microvolt/m/MHz a 3 metros do equipamento medida de 30 MHz a 20 GHz para o sistema completo;

IV – A taxa de repetição mínima de varredura do sinal não deve ser inferior a 4000 varreduras por segundo e a máxima não deve ser superior a 50.000 varreduras por segundo;

V – A emissão de sinal de um Sistema de Identificação Automática de Veículos somente deve ocorrer quando o veículo a ser identificado estiver dentro do campo de radiação do sistema;

VI – Sistemas de Identificação Automática de Veículos devem conter, também na etiqueta prevista no art. 6o, informação sobre a variação, em graus, em relação ao plano horizontal que o equipamento (ou a antena) não pode ser apontado a fim de atender ao disposto no inciso II deste artigo.

Cabe reparar que no espectro de frequências disponibilizadas para atender aos sistemas de Identificação Automática de Veículos não foi contemplada a frequência de 5.8-5.9 GHz. Esta faixa de frequência, como será visto posteriormente, tende a se tornar o padrão universal relativo ao uso de sistemas DSRC (*Dedicated Short Range Communication*).

2.3) Agregando Funções ao Uso do Veículo com um Sistema IAV

2.3.1) Aplicações de ITS segundo o DoT

O potencial de aplicações de um sistema de Identificação Automática de Veículos (IAV) é expressivo, como pode ser verificado pelo QUADRO 2.3.1 colocado adiante (ver tradução no ANEXO 2). Neste, é apresentada a arquitetura nacional dos sistemas inteligentes de transportes (*National Intelligent Transportation System –ITS-Architecture*), contemplando todas as aplicações vislumbradas pelo DoT (*Department of Transportation-USA*).

QUADRO 2.3.1 - ITS User Services

<i>User Service Bundle</i>	<i>User Service</i>
<i>Travel and Traffic Management</i>	<i>Pre-Trip Travel Information</i>
	<i>En-Route Driver Information</i>
	<i>Route Guidance</i>
	<i>Ride Matching and Reservation</i>
	<i>Traveler Services Information</i>
	<i>Traffic Control</i>
	<i>Incident Management</i>
	<i>Travel Demand</i>
	<i>Management Emissions Testing and Mitigation</i>
<i>Highway-Rail Intersection</i>	
<i>Public Transportation Management</i>	<i>Public Transportation Management</i>
	<i>En-Route Transit Information</i>
	<i>Personalized Public Transit Public</i>
	<i>Travel Security</i>
<i>Electronic Payment</i>	<i>Electronic Payment Services</i>
<i>Commercial Vehicle Operations</i>	<i>Commercial Vehicle Electronic Clearance</i>
	<i>Automated Roadside Safety</i>
	<i>Inspection On-Board Safety and Security Monitoring</i>
	<i>Commercial Vehicle Administrative Processes</i>
	<i>Hazardous Material Security and Incident Response</i>
	<i>Freight Mobility</i>
<i>Emergency Management</i>	<i>Emergency Notification and Personal Security</i>
	<i>Emergency Vehicle Management</i>
	<i>Disaster Response and Evacuation</i>
<i>Advanced Vehicle Safety Systems</i>	<i>Longitudinal Collision Avoidance</i>
	<i>Lateral Collision Avoidance</i>
	<i>Intersection Collision Avoidance</i>
	<i>Vision Enhancement for Crash Avoidance</i>
	<i>Safety Readiness</i>
	<i>Pre-Crash Restraint Deployment</i>
<i>Automated Vehicle Operation</i>	
<i>Information Management</i>	<i>Archived Data Function</i>
<i>Maintenance and Construction Management</i>	<i>Maintenance and Construction Operations</i>

Prepared for US DoT – october, 2003

Para quase todas as aplicações apresentadas é necessária a utilização de sistemas de Identificação Automática de Veículos (IAV), mostrando assim os benefícios que a adoção deste procedimento poderia trazer para os diversos segmentos da sociedade envolvidos com esta questão.

Não é objetivo deste trabalho aprofundar em todas as aplicações apresentadas. Deste modo, selecionou-se para serem apresentadas com mais detalhes apenas aquelas que estão, ou poderiam estar, mais afetas ao dia a dia dos usuários brasileiros.

2.3.2) Fiscalização do Trânsito de Veículos

Sistemas IAV podem trazer mais eficiência nas atividades de fiscalização de trânsito, pois a realização de alguns procedimentos só é possível envolvendo o uso da Telemática. Uma das atividades de fiscalização que se enquadra neste caso é aquela relativa ao cumprimento da velocidade máxima regulamentar. Do modo como são atualmente realizados os procedimentos de fiscalização, motoristas podem adotar o comportamento correto somente nas proximidades do dispositivo aferidor da velocidade. Uma vez que este ficou para trás, o excesso de velocidade é novamente observado, propiciando o aumento das chances de ocorrência de acidentes (Jacques,2003). Um sistema IAV permitiria adotar novos procedimentos de forma a coibir este comportamento errado. Um veículo, ao ingressar no trecho a ser monitorado seria automaticamente identificado, e o horário em que isto aconteceu armazenado em um arquivo temporário. À saída do referido trecho o mesmo veículo seria novamente identificado, e comparados seus tempos de ingresso e saída do trecho. Caso esta diferença fosse menor que um valor previamente estipulado (poderia ser o tempo de viagem correspondente ao se dirigir à velocidade máxima permitida para a via, mais uma tolerância), o veículo seria automaticamente infracionado. Em suma, o controle de velocidade não mais seria realizado de forma pontual, mas sim considerando todo o trecho de via que se deseja monitorar.

Uma outra aplicação seria aquela relacionada à segregação de veículos. Algumas vias são próprias para determinados tipos de veículos, como ônibus por exemplo. Qualquer

outro veículo que ingresse na via, mas que não tenha autorização para tal, é identificado e o seu proprietário notificado da autuação. A fiscalização através de agentes necessita um contingente muito grande de operadores de trânsito. Além disto, os locais de fiscalização devem ser escolhidos, e ficam restritos àqueles em que as condições de visibilidade da placa são satisfatórias, e que a permanência do agente é possível, tendo em vista as condições de trabalho relativas ao conforto e a integridade física. Um sistema de IAV não estaria sujeito a estas limitações. A fiscalização da faixa seletiva para ônibus na Av. Brasil, na Cidade do Rio de Janeiro, é um bom exemplo do que foi dito. Os veículos com permissão para trafegarem carregam um transponder, o qual é reconhecido quando da passagem pelos leitores. Aqueles veículos que não possuem este dispositivo, ou que este não seja consistente ao tráfego pela referida faixa, são fotografados e multados.

Em algumas cidades, as autoridades de trânsito impõem restrições à circulação de alguns tipos de veículos em determinadas áreas da cidade, de modo a garantir padrões de qualidade mínimos. É estabelecido então um cordão no entorno desta área, e nos pontos de acessos à região são implantados postos de fiscalização, de modo a acompanhar o ingresso de veículos. Procedimento semelhante foi adotado pela Prefeitura da Cidade de Londres. Um outro exemplo a ser dado é a Cidade de São Paulo. Em determinados dias do ano, a circulação de veículos é restringida de modo a evitar uma deterioração das condições atmosféricas a níveis críticos. A fiscalização dos veículos autorizados a circularem em um determinado dia seria muito mais eficaz por meio de um sistema IAV.

2.3.3) Rastreamento de Veículos

O rastreamento de veículos teve seu início nos EUA, como uma importante ferramenta no gerenciamento das frotas de veículos comerciais. Conhecendo-se a posição de cada caminhão, era possível otimizar itinerários, acompanhar o transporte de mercadorias, entre outras funções, acarretando assim expressiva redução de custos. Com o aprimoramento da tecnologia, conseguiu-se também monitorar à distância diversas funções do veículo, tais como consumo de combustível, abertura indevida das portas do

reboque, temperatura interior no caso das cargas perecíveis, além de permitir ativar remotamente funções importantes do conjunto, tais como bloquear a injeção de combustível ao motor, lacrar as portas, e assim por diante. Com o tempo, o rastreamento foi utilizado também para outras aplicações, tais como gerenciamento de frotas de ônibus, gerenciamento de viaturas de emergência, tais como carros de polícia, bombeiros e ambulâncias, frotas de serviço, entre outros.

Diferentemente do que aconteceu na América do Norte, no Brasil o intuito maior desta aplicação foi o de coibir o roubo de cargas, problema grave enfrentado pelos transportadores, e que acontece com relativa frequência em muitas regiões do país (Satellit,2002). Só mais recentemente é que seu uso como ferramenta de logística tem sido observado. Tal função foi também incorporada por vários proprietários de automóveis, também com o objetivo de rastrear o seus veículos em caso de roubo ou seqüestro (www.pernambuco.com/diario, 2003).

Existem algumas empresas oferecendo serviços de gerenciamento remoto de frotas de veículos. De um modo geral, sem considerar pequenas peculiaridades de cada uma delas, o sistema consiste em equipar o veículo com um Terminal de Comunicação Móvel – MCT – (*Mobile Data Terminal*) diretamente ligado a uma central. A partir desta, é possível monitorar remotamente o veículo e sua carga e tomar a atitude mais correta no caso de algum problema. A localização do veículo é dada ou pelo sistema GPS, ou por procedimentos técnicos efetuados pela estrutura de telefonia celular da região. Já a comunicação veículo-central de controle pode ser realizada ou através da rede de telefonia móvel ou através um satélite de comunicação.

Mais recentemente, o rastreamento de veículos vem sendo utilizado na cobrança de pedágio em rodovias, segundo o conceito “*pay as you drive*”. Ou seja, a cobrança se dá em função do tipo de veículo e da distância percorrida. Experiências como estas vêm sendo conduzidas em alguns países da Europa e Ásia.

2.3.4) Aquisição de Produtos e Contratação de Serviços

Uma das aplicações do novo sistema de IAV seria a compra de produtos e serviços relacionados ao veículo. Um exemplo seria a compra de combustível em postos de serviço. O proprietário, ao estacionar o seu veículo junto a bomba de abastecimento, teria seu veículo identificado pelo sistema. Poderia ou não ser pedida uma senha ao cliente, de modo a garantir a segurança da transação. Uma vez esta inserida, e confirmada a consistência dos dados, o sistema liberaria a bomba de combustível para o enchimento do tanque do veículo. Tal procedimento traria grandes vantagens para ambos os lados. Primeiramente, o cliente não mais precisaria portar valores em espécie. Em segundo, a cobrança de todos os procedimentos de compra poderia se dar em um único momento ao longo de um período de tempo, como por exemplo um mês. Neste caso, o cliente receberia em casa uma fatura, a qual conteria o histórico de operações efetuadas nos vários estabelecimentos visitados (não necessitaria estar vinculada a um único posto de serviço), além do valor devido a ser pago em uma instituição financeira.

Para o proprietário do estabelecimento, a principal vantagem seria também não mais precisar manusear valores em espécie, reduzindo as chances de assalto ao seu caixa. Além disto, como todos os procedimentos de cobrança seriam agora realizados automaticamente, dispensaria algumas funções como àquelas de caixa e tesoureiro. Experiências assim foram realizadas em diversas partes do mundo. Um exemplo disto ocorreu na Argentina. Um convênio firmado entre a operadora de cobrança eletrônica de pedágio e a distribuidora SHELL possibilitou que vários usuários portadores de TAG's para cobrança do pedágio utilizassem estes mesmos dispositivos para encherem o tanque de seus veículos (Crowford, 2001). Nos EUA, além de postos serviços foram adotados procedimentos semelhantes em lojas *de fast food* do tipo *drive-thru*, em lojas de autopeças, entre outros (Zuckerman,2000).

2.3.5) Gerenciamento do Transporte Público Rodoviário

O incentivo para migração do transporte individual para os meios de transporte coletivo tem sido uma preocupação constante para vários administradores das grandes cidades.

Transporte público eficiente desestimula o uso do automóvel acarretando, por conseguinte, melhores condições operacionais nas vias que compõe o sistema viário. Para isto é necessário um gerenciamento eficiente das diversas modalidades, traduzidos por aspectos fundamentais na avaliação do usuário, como confiabilidade, pontualidade, conforto, e assim por diante.

Um sistema IAV poderia trazer grandes contribuições no gerenciamento da frota de ônibus. O rastreamento do veículo, contínuo ou descontínuo (quando da passagem por identificadores instalados ao longo da rota) possibilitaria prever atrasos, adotar medidas mitigadoras para atenuar os efeitos de imprevistos, ou mesmo prover aos usuários informações atualizadas e confiáveis sobre os horários de chegada dos coletivos aos pontos de parada. São procedimentos de grande importância, na medida em que podem influenciar positivamente os usuários do transporte coletivo. Por outro lado, os procedimentos de parada nos pontos poderiam ser efetuados com muito mais eficiência, ou seja, os ônibus só abririam suas portas quando estivessem devidamente estacionados nos limites da parada. Isto coibiria o desrespeito de regras por parte de usuários e condutores, como embarque e desembarque fora do ponto, ou mesmo a parada do veículo em desacordo com os limites do ponto de parada, como por exemplo, fora da baía. Cabe destacar, neste âmbito, as experiências realizadas em algumas cidades, como Edinburg (UK), as quais serão mostradas mais adiante.

2.3.6) Gerenciamento de Estacionamentos Públicos e Privados

Um sistema IAV poderia ser de grande utilidade na gerência de estacionamentos, tendo em vista os benefícios que tal procedimento traria para usuários e operadores. Uma aplicação seria a entrada de garagens e estacionamentos privativos, ou seja, reservados para determinados clientes e moradores. Hoje esta identificação é realizada através de controles (para ativar a abertura da garagem) os quais são carregados pelo usuário do veículo, ou por meio da identificação visual de um funcionário lotado na entrada. A identificação automática traria mais segurança aos sistemas de controle de acesso, pois evitaria que os controles para ativar a abertura de garagens fossem usados por pessoas não autorizadas, além de proporcionar economia e confiabilidade, pois ao invés do

reconhecimento visual por parte do porteiro, todo o procedimento seria efetuado por um sistema eletrônico.

Realmente, a cobrança automática de tarifas promoveria substanciais benefícios tanto para usuários da instalação como para os operadores. Como exemplo, supõe-se o caso de um estacionamento operado exclusivamente por um sistema automático. Um veículo, ao se aproximar da entrada, seria automaticamente identificado, e teria permissão para ingressar na área de vagas através da abertura de uma barreira. Ao deixar o estacionamento, o veículo seria novamente identificado, antes de ser liberado. O tempo resultante da diferença entre os horários de entrada e saída abasteceria um banco de dados de usuários cadastrados, para os quais seriam enviadas as faturas de cobrança após um determinado período de tempo, como por exemplo um mês. Para o usuário, o grande benefício seria poder efetuar o pagamento em um único momento, mais adequado às suas necessidades, além de não ter que se preocupar de portar dinheiro em espécie, nem tão pouco procurar guichês ou enfrentar filas para o pagamento relativo ao tempo de permanência. Para o operador as vantagens também seriam importantes. A primeira seria a economia de funcionários, seja para controlar o ingresso e saída de veículos do estacionamento, seja para efetuar a cobrança devida. Os custos relativos à contabilidade diária, ao transporte de valores para instituições financeiras, e outros do mesmo tipo seriam também minimizados. Como todo o procedimento seria automatizado, não existiria mais necessidade de se manusear valores em espécie, reduzindo drasticamente a possibilidade de assaltos ou mesmo de desfalque por parte de empregados. Por outro lado, o banco de dados ofereceria a possibilidade de se realizar inúmeras análises estatísticas, objetivando conhecer o perfil de seus clientes. Isto possibilitaria, por exemplo, obter uma melhor repartição entre vagas cativas e rotativas, permitiria oferecer planos especiais para determinados clientes, visando garantir uma fidelidade por parte destes.

Pode-se ainda citar outros benefícios para o usuário. Sá (1999) mostra como um sistema IAV pode ser útil no gerenciamento de estacionamentos. Ao invés de perder tempo procurando por vagas disponíveis, o usuário seria conduzido a um leque de opções disponíveis, bastando então a ele escolher aquela garagem mais adequada a seus

interesses. Um sistema central gerenciaria todos os estacionamentos, e informaria ao público quais aqueles com disponibilidade de vagas.

O estacionamento nas vias consistiria também em outra aplicação para um sistema de Identificação Automática de Veículos - IAV. Atualmente, existem várias maneiras de se administrar um estacionamento de rua. Uma delas é através de um agente credenciado, que tem como tarefa vender um ticket que permite ao usuário ocupar uma vaga de rua durante determinado período de tempo. Este ticket é colocado sobre o painel do carro para fins de fiscalização. Um exemplo deste tipo de controle é o “VAGA CERTA” adotado em logradouros da cidade do Rio de Janeiro. Em outras cidades, o usuário deve comprar o ticket previamente em um estabelecimento comercial, e ao utilizar uma vaga na via, deve preenchê-lo com informações sobre o auto e a hora de chegada, e colocá-lo sobre o painel para fins de fiscalização. Existem fiscais percorrendo as vias da região com o propósito de fiscalizar o uso do estacionamento. Outras cidades do mundo utilizam ainda o sistema de parquímetro. Dispositivos instalados sobre o passeio devem ser abastecidos com moedas de modo a possibilitar a permanência do veículo no local. Outro sistema semelhante imprime um recibo, o qual deve ser deixado em local visível no interior do veículo para fins de fiscalização. Existem ainda outros meios, tais como os terminais P&D (*Play & Display*) em conjunto com o telefone celular. Contudo, tais procedimentos apresentam desvantagens, seja através de um comportamento inadequado do agente credenciado, seja por meio de possibilidade de adulterações dos tickets de estacionamento, ou mesmo decorrente da manutenção dos parquímetros e terminais, os quais sofrem ainda com atos de vandalismos. Algumas práticas inovadoras, utilizando sistema IAV, estão sendo conduzidas na Europa (Maas, 2004). Ao estacionar seu veículo, o usuário deve iniciar uma ligação com o centro de controle do administrador do estacionamento através de seu telefone móvel. O mesmo procedimento deve ser executado ao deixar o local. O tempo em que o veículo permaneceu estacionado é então contabilizado juntamente com a tarifa em vigor. Dependendo do tipo de acordo entre cliente e operador, o valor devido pode ser debitado diretamente da conta bancária ou do cartão de crédito, ou ser pago em um momento posterior, em função do acordo previamente estabelecido entre as partes. Para tomar parte do programa, o usuário deve se cadastrar antecipadamente. Ao fazer isto, ele recebe um transponder a ser fixado no pára-brisa do veículo. É este transponder

(*sticker*), o qual está associado com o registro do usuário, que permite proceder a fiscalização do estacionamento. Agentes munidos de leitores portáteis irão de veículo em veículo registrando cada um dos transponders. Como o processo de leitura do TAG é muito rápido, um menor número de agentes é necessário em relação ao procedimento manual. Os dados coletados pelos leitores são enviados em tempo real para o centro de controle, ou em lotes em um momento posterior, de modo a ativar os procedimentos pertinentes. Cabe ressaltar que a procura por procedimentos, envolvendo qualquer tipo de transação, que não envolvam troca em moeda (*cashless*) é uma preocupação constantes dos europeus (Maas, 2004).

2.3.7) Levantamento de Dados

O planejamento prévio é uma atividade de crucial importância em qualquer empreendimento, podendo ser fator decisivo para o sucesso ou insucesso deste. Estudos detalhados devem ser feitos, de forma a embasar tecnicamente o projeto final. Para isto, é muito freqüente a necessidade de se coletar dados de campo, de modo a servirem de subsídios nas avaliações do empreendimento. Um sistema IAV poderia contribuir bastante para a obtenção ágil e confiável dos dados de campo. Por exemplo, matrizes de origem/destino são freqüentemente obtidas ou através de entrevistas diretamente com os usuários da via, ou por procedimentos de coleta dos caracteres das placas, seja por registro em vídeo, gravação em fita, ou outro meio qualquer. A apuração manual dos dados coletados, além de exigir quase sempre um árduo e demorado trabalho de escritório possibilita, em muitas vezes, o cometimento de erros. Em um sistema IAV cada veículo seria identificado eletronicamente, de forma digital. Portanto, sua identificação poderia ser capturada nos pontos de coleta dos dados, tanto na entrada como na saída da região de estudo, e repassada diretamente para uma base de dados, sem qualquer interferência humana. Estes dados poderiam então ser trabalhados diretamente a partir desta base.

Por outro lado, as maiores cidades brasileiras já implantaram sistemas de controle de tráfego por área (CTA), centralizando o monitoramento da circulação viária em uma única central. Para garantir um gerenciamento eficaz, faz-se necessário obter dados de

campo, de forma a abastecer os algoritmos utilizados para este fim. Estes dados, que hoje são obtidos através de sensores de campo, poderiam ser conseguidos através da identificação de veículos. Assim sendo, seria possível conhecer variáveis tais como velocidade média e carregamento de vias, estimar as condições operacionais de diversos *links*, e assim proporcionar estratégias de controle, como por exemplo otimizar as programações semaforicas, ou estimular o desvio do fluxo veicular para rotas alternativas, visando aliviar aquelas que estivessem em situação crítica. E mais, permitiria prestar informações aos usuários sobre as condições operacionais que devem enfrentar nos seus deslocamentos, além de detectar possíveis incidentes, possibilitando atuar prontamente de maneira a tomar medidas mitigadoras evitando assim desdobramentos indesejáveis. Além da diversidade maior de informações, um sistema IAV poderia eliminar a necessidade de manutenção dos sensores de campo.

2.3.8) Pagamento de Tarifas

Um sistema IAV seria especialmente útil na cobrança de tarifas. De fato, o emprego mais comum destes sistemas é exatamente nesta área. Várias rodovias concedidas à iniciativa privada adotam sistemas automáticos de cobrança, fazendo com que os usuários portadores da identificação eletrônica tenham um tratamento especial, sem ter que enfrentar filas para o pagamento do pedágio, e até mesmo sem necessidade de parar seus veículos para transpor a praça de pedágio.

No caso da cobrança de pedágio em rodovias, os benefícios tanto para os usuários como para os operadores seriam mais evidentes ainda. Para os primeiros, além das vantagens apresentadas anteriormente, pode-se citar algumas outras. Todas resultantes do fato de não mais precisarem parar seus veículos para efetuar o pagamento do pedágio. Realmente, as tecnologias mais modernas possibilitam que os pontos de coleta de tarifa de pedágio sejam quase que imperceptíveis para o usuário comum, ou mesmo invisíveis, nos casos das chamadas “praças de pedágio virtuais”. Com isto, os custos hoje observados para transpor uma praça de pedágio convencional, como acréscimo no tempo de viagem, incremento no consumo de combustível, aumento da poluição sonora e atmosférica, não mais existiriam. Além do fato de não terem que alterar sua forma de

conduzir seus veículos ao transpor um ponto de coleta de tarifas, porque a cobrança não causaria nenhuma interferência sobre a circulação viária.

Para os operadores das vias, os benefícios também seriam relevantes. Primeiramente, pode-se citar o custo de implantação da instalação. Para se implantar uma praça de pedágio convencional, é necessário realizar desapropriações no entorno do local onde será erguida a instalação, de forma a construir o conjunto de cabines de arrecadação, as quais serão em maior número quanto maior for o fluxo veicular. Cuidados especiais são tomados hoje no dimensionamento das praças de pedágio, de modo a evitar retenções excessivas do tráfego de veículos, causando grandes atrasos aos viajantes. A construção da praça de pedágio, composta não apenas pelas cabines de arrecadação mas também pelo prédio da administração da instalação, requer investimentos, não apenas relativos à construção da estrutura e aquisição de equipamentos de operação, mas também vinculados a padrões de segurança atualmente adotados. Circuitos fechados de televisão (CFTV), esteiras subterrâneas, cofres, pátios confinados para estacionamento dos veículos de transporte de valores, entre outros, exigem investimentos por parte dos operadores. A operação da praça também está associada a um custo, tendo em vista as várias funções exigidas para o funcionamento de uma instalação deste tipo. Salários e obrigações trabalhistas correspondentes aos cargos de arrecadadores, fiscais de pista, tesoureiros, supervisores e seguranças, entre outros, representam a parcela gasta com recursos humanos na operação da praça. Outros custos são também necessários como, por exemplo, aqueles associados à manutenção dos equipamentos, conservação das instalações, transporte de valores, consumo de luz, água, telefone, e assim por diante. Um sistema IAV proporcionaria a eliminação da maioria estes custos. O procedimento de cobrança não mais aconteceria no local e no momento da passagem, e sim através do sistema bancário ou financeiro, em um momento previamente acordado entre o operador e o cliente. Assim sendo, toda aquela estrutura física e humana relativa ao procedimento de cobrança no ato da passagem do usuário pela rodovia não mais seria preciso. Como consequência, obtém-se redução de custos no que diz respeito aos aspectos construtivos e operacionais da praça de pedágio. Pelo fato de não causar nenhuma interferência à circulação viária no momento da coleta da tarifa de pedágio, todos os custos associados ao alargamento da via não mais seriam necessários. A taxa de escoamento da via seria constante durante todo o trecho em que fosse implantado um ponto de coleta. A

economia também se daria pelo fato de não mais ser preciso erguer construções para acomodação de equipamentos e pessoas. No máximo, seria necessário implantar um pórtico, destes tão comuns nas estradas e ruas e que servem de suporte para as placas de sinalização, com vistas à fixação dos dispositivos eletrônicos. Por fim promoveria também uma substancial economia no que diz respeito aos recursos humanos quando comparada com as praças convencionais, uma vez que todas aquelas funções mencionadas não seriam mais necessárias, pois todo o procedimento de cobrança se daria de forma automática.

2.4) Sistema IAV Contribuindo na Formulação de Políticas de Transporte

2.4.1) Introdução

O uso da Telemática como instrumento para formulação de políticas de transporte talvez seja o principal benefício que um sistema IAV proporcionaria a toda a sociedade. Poderia se constituir em uma importante ferramenta para corrigir desajustes hoje verificados no transporte de passageiros e de cargas. Vários exemplos ao redor do mundo têm sido praticados com este objetivo, como será visto neste item.

Um sistema IAV poderia ser um importante instrumento nas mãos dos administradores em virtude de possibilitar a cobrança de pedágio (tarifa) em várias estradas e vias urbanas que hoje não são cogitadas para implantação de praças de pedágios em virtude dos riscos e custos que tal procedimento poderia acarretar. São vias com um alto volume de tráfego, com várias faixas de rolamento, para as quais a implantação de uma praça de pedágio exigiria a desapropriação de grandes áreas marginais. Considerando que a maioria destas vias está em regiões urbanas, o custo relativo a um empreendimento deste porte não seria compensado pela receita proporcionada pela cobrança, inviabilizando a implantação da instalação. Além do mais, o desgaste acarretado para os usuários, que sofreriam atrasos para transpor a facilidade, seria um outro fator inibidor de tal proposta.

Um sistema de cobrança automática não causaria nenhum impacto à circulação viária, como foi já dito. Logo, mesmo vias com um alto carregamento de veículos, poderiam sofrer algum tipo de tarifação sem comprometimento da circulação viária. O registro da passagem do veículo não produziria qualquer efeito sobre os ocupantes do veículo, e a cobrança poderia chegar para o proprietário em um único momento, reunindo todos os registros ao longo de período de tempo, que poderia ser um mês, por exemplo.

De modo análogo, estradas nas quais o volume de tráfego de veículos é muito baixo, inviabilizando financeiramente a implantação de uma praça de pedágio convencional, poderiam agora também serem avaliadas para sofrerem algum tipo de tarifação. Isto

porque os custos de implantação, operação e manutenção associados a uma estrutura de coleta automática de pedágio são significativamente inferiores àqueles relativos a uma estrutura convencional, nos moldes daquelas existentes. Gastos com recursos humanos, com infra-estrutura, entre outros, hoje observados nas praças de pedágio, não mais existiriam se fossem adotados procedimentos de coleta automática de pedágio.

O aumento da quantidade de pontos de coleta de pedágio espalhados pelo sistema viário, apesar de parecer inicialmente uma medida altamente antipática para os usuários, por exigir destes uma maior quantidade de transações poderia, no entanto, acarretar grandes benefícios para a sociedade como um todo. Diversos governos espalhados pelo mundo têm utilizado a cobrança de pedágio como importante ferramenta para alavancar recursos, corrigir desajustes, além de viabilizar a transferência de vias para a administração privada, medida de sucesso e que tem contribuído para a recuperação da malha viária de vários países. Algumas destas iniciativas estão mostradas adiante.

A seguir são apresentadas algumas abordagens sobre o assunto, visando mostrar como tal medida pode ser benéfica para toda a sociedade.

2.4.2) Corrigir Distorções na Matriz de Transportes

Durante muito tempo o transporte rodoviário no país foi privilegiado pela administração pública em detrimento às outras modalidades. A partir de 1945, quando da entrada em vigor da Lei Jopert, o país adotou um novo modelo para obtenção de recursos destinados à malha viária brasileira. Esta nova legislação reestruturou o DNER (criado em 1937) e instituiu, com os recursos advindos dos impostos sobre combustíveis e lubrificantes, o Fundo Rodoviário Nacional (FRN) para financiar as obras de infra-estrutura rodoviária (FIPE-LASTRAN, 2003). Deste modo, os recursos destinados às rodovias sempre estiveram garantidos e em quantidades mais do que suficientes.

" GOVERNAR É ABRIR ESTRADAS " foi o lema que regeu o país durante vários anos. Todo o custo com a infra-estrutura rodoviária era de responsabilidade do governo, induzindo o uso das rodovias em detrimento aos outros modais. Cabia aos transportadores e

usuários arcar apenas com os custos correspondentes à manutenção de seus veículos, como combustível, pneus, entre outros, já que a estrutura viária era de responsabilidade governamental. Em contrapartida, outras modalidades tais como os meios ferroviário e hidroviário, não eram contempladas da mesma maneira, tornando o transporte de bens e pessoas menos atraente em relação às rodovias. Tal prática acabou promovendo uma distorção na matriz de transportes que perdura até os dias de hoje, na qual cargas tipicamente vinculadas a outros modais são transportadas por rodovias devido a estas oferecerem um custo menor, em decorrência do suporte financeiro dado pelo governo na manutenção da infra-estrutura rodoviária. Como consequência, cargas de baixo valor agregado e de longas distâncias que deveriam ser transportadas por ferrovias ou rios são hoje transportadas por caminhões. Tal prática, além de contribuir para a degradação das condições viárias, promove ainda um incremento no custo de transporte, devido à utilização do modal inapropriado. Um exemplo disto são as enormes filas de caminhões carregados com grãos com destino ao Porto de Paranaguá, e que chegam até 100 km de extensão nos períodos de pico (CNTb,2004).

Por outro lado, diversas pesquisas têm apontado a integração modal como forma de redução de custos de transporte. Parte do princípio que cada modal tem o seu nicho de atuação, e isto deve ser respeitado. Ou seja, cada um possui características próprias, que o torna imbatível em relação aos demais sob determinadas condições. Mas o que acontece no Brasil não é assim. Enquanto as rodovias estão sobrecarregadas, os modais ferroviário e aquaviário vêm sendo subutilizados há anos, aguardando o reconhecimento de sua importância na cadeia logística nacional (CNTa,2004). De acordo com o presidente do Conselho Administrativo da Associação Brasileira de Logística (Aslog), Carlos Alberto Mira, estima-se que a economia gerada pela utilização correta dos modais (em especial hidroviário e ferroviário) chegue a 20% dos custos de transporte (CNTa,2004). Um outro exemplo é o estudo realizado para o COPPEAD/UFRJ pelo engenheiro Paulo Nazário, em relação ao uso da hidrovía Tiete-Paraná e da linha férrea da FERROBAN para o escoamento da soja produzida em Goiás em direção ao porto de Santos (CNTa,2004). Segundo o estudo, a intermodalidade pode reduzir em quase 50% os custos financeiros com transporte.

A cobrança de tarifas nas rodovias contribuiria para corrigir estas distorções, uma vez que o proprietário da carga poderia melhor avaliar os custos reais de cada modalidade e escolher aquela ou aquelas mais adequadas às suas necessidades. Ou seja, a manutenção e conservação das estradas seriam cobradas dos próprios usuários que as utilizassem, permitindo uma real compreensão dos custos do transporte rodoviário em relação aos outros modais. O desgaste causado pelos veículos pesados, seria então cobrado dos transportadores, ao invés de ser suportado pelo governo. Ou seja, a cobrança de pedágio funcionaria como agente indutor ao uso eficiente das rodovias.

2.4.3) Gerenciamento da Demanda

Experiências referentes ao uso do pedágio como instrumento de gerenciamento de demanda têm sido verificadas em várias cidades do mundo. Basicamente consiste em taxar determinados usuários, ou determinadas vias durante períodos específicos de tempo, de forma a alcançar um determinado objetivo. Tais possibilidades disponibilizam ao administrador um considerável leque de ferramentas que lhe permite implantar a sua política de transportes da forma mais eficaz possível. Como exemplos, pode-se citar a possibilidade da cobrança diferenciada para determinadas classes de veículos em função do seu uso. Assim sendo os taxis, que rodam o dia inteiro, poderiam ter uma tarifação diferenciada em relação aos automóveis particulares. Estes, por outro lado, poderiam sofrer uma tarifação maior nas regiões bem servidas por sistemas de transporte coletivos, induzindo assim a migração para esta modalidade. Os veículos de transporte de escolares poderiam conseguir benefícios especiais na circulação nos horários de entrada e saída das escolas, de forma a contribuir para o comparecimento escolar. Alguns corredores mais carregados poderiam sofrer uma tarifação especial durante alguns períodos do dia, objetivando uma redistribuição mais eficaz, na malha viária, dos fluxos veiculares. Cabe também lembrar as facilidades que um sistema IAV proporcionaria nas atividades de fiscalização. Algumas vias ou faixas segregadas para alguns tipos de veículos poderiam ser fiscalizadas de forma mais eficiente através de iniciativas deste tipo. Algumas regiões da cidade poderiam ser proibidas ao tráfego de determinadas classes de veículos, ou então permitidas à circulação apenas mediante o pagamento de uma tarifa especial, objetivando desestimular a circulação. A fiscalização

do cumprimento dos limites de velocidade máximos poderia ser feita agora por trechos, e não mais de forma pontual, o que pode levar os motoristas a conduzirem seus veículos na forma da lei apenas no entorno destas seções. Enfim, é apenas um trabalho de imaginação vislumbrar todas as possíveis aplicações de um sistema IAV na definição de políticas de transportes.

Uma das aplicações que pode servir como exemplo e que mais se desenvolveram foram as chamadas faixas de alta ocupação de veículos (*HOV Lanes – High Occupancy Vehicles*). Tal proposta, iniciada na Califórnia (Roth-b,2003), consiste em reservar determinadas pistas ou faixas de trânsito para veículos que estejam ao menos com um número pré-estabelecido de ocupantes. O objetivo desta medida é estimular o “transporte solidário”, ou seja, que mais usuários compartilhem o mesmo veículo nos seus deslocamentos para o trabalho, compras, escola, e assim por diante. Deste modo, os motoristas que estejam viajando solitariamente não podem utilizar esta facilidade, sob o risco de serem multados. Posteriormente, a estes usuários foi dada uma permissão para uso destas faixas ou pistas, mediante o pagamento de uma taxa ao administrador, cuja arrecadação tem como destino a melhoria do transporte coletivo. Em contrapartida a este pagamento, o usuário recebe um transponder a ser fixado no pára-brisa de seu veículo, o que lhe dá o direito de trafegar sem ser registrado nos pontos de fiscalização. Esta aplicação, conhecida como as “HOT lanes (*High Occupancy or Toll*)”, é uma forma de diferenciar aqueles usuários que adotam o “transporte solidário” daqueles que não se interessam pelo programa (Roth-a, 2003).

Uma outra experiência de grande repercussão e que merece ser comentada aconteceu em Londres recentemente (ver Figura 2.4.a). O Prefeito, com o intuito de restringir a circulação de veículos na área central da cidade, definiu uma linha (*cordon line*) envolvendo a região a ser preservada, e implantou postos de fiscalização em cada um dos acessos a área central que cortava esta linha. Para ingressar, o usuário do veículo (exceto ônibus e veículos dispensados do pagamento) deve ter pagado previamente uma quantia de £5 para obter o direito de circular por um dia na zona central. O pagamento pode ser efetuado em agências bancárias ou até mesmo pela INTERNET. A fiscalização se dá por através de um sistema ótico de reconhecimento dos caracteres das placas, e aqueles veículos que ingressaram na área restrita sem o correspondente pagamento

diário são infracionados. Tal medida promoveu uma redução média de 16% e de 38% para os veículos de passeio, contra uma estimativa inicial entre 10% e 15% (Hook, 2003).

Londres deu a partida. Várias outras cidades estão avaliando os resultados naquela cidade, e preparando planos semelhantes para serem implantados nas suas respectivas zonas que apresentam sérios problemas de circulação viária. Dentre elas pode-se destacar Milão, Sydney, Seoul, entre outras (Sayeg, 2003).

Aplicações objetivando a segregação de veículos têm sido muito frequentes. Pode-se citar o exemplo da faixa seletiva para ônibus na Av. Brasil, na Cidade do Rio de Janeiro. Tal medida favoreceu o transporte por ônibus, em detrimento dos demais tipos de veículo.

Costa (2001), em seu trabalho de tese, descreve experiências de

sucesso sobre pedagiamento em vias urbanas em algumas cidades do mundo, mais especificamente em Cingapura e na Noruega. No primeiro a cobrança de pedágio urbano iniciou-se em 1975. O propósito da medida era minimizar a formação de congestionamento nas áreas centrais, através do favorecimento para a migração para o transporte público, ou ainda, objetivando um uso mais otimizado do sistema viário, com a indução para a utilização de rotas alternativas menos carregadas. O pedágio era



Fig 2.4.a – reportagem sobre a experiência londrina

cobrado apenas em alguns horários do dia, nas áreas contempladas com este programa (*ALS-Area Licensing Scheme*). Tal medida acarretou uma redução média nas vias tratadas de 20% nos horários de pico (Clark,1999).

Ainda segundo Costa (2001), a experiência do pedágio urbano na Noruega teve início em 1986, na cidade de Bergen, na qual foram implantadas estações de cobrança no entorno da área central da cidade. Os automóveis eram taxados ao ingressar nesta área até as 22:00 hs, e eram livres para trafegarem fora deste horário e nos finais de semana. Costa (2001) destaca o elevado índice de aceitação por parte da população, devido a boa utilização dos recursos arrecadados, bem como pela eficiente operação do sistema. Tal experiência foi depois levada a outras cidades do país.

2.4.4) Maior Equidade e Justiça Para a Sociedade na Administração do Sistema Viário

Existem duas formas operacionais conhecidas de cobrança de pedágio, o pedágio fechado e o pedágio aberto. O primeiro deles, muito comum na Europa, consiste em registrar o veículo quando de seu ingresso na rodovia. Ao deixá-la, este mesmo veículo é novamente identificado, e o usuário deve pagar uma tarifa proporcional ao trecho por ele percorrido.

No pedágio aberto a cobrança é realizada de forma pontual. São implantadas praças para coleta de tarifas em algumas seções da via. Todos os veículos que passam por estas instalações devem pagar um valor, associado à categoria a que pertencem. Independentemente da distância percorrida, a tarifa é sempre a mesma para uma determinada categoria de veículos. Todas as rodovias brasileiras usam a forma de pedágio aberto na coleta de tarifas.

O pedágio aberto, dependendo da situação, pode ser profundamente injusto. O fato de todos terem que pagar a mesma tarifa, independentemente da distância percorrida, faz com que alguns usuários acabem por subsidiar outros, tornando as tarifas daqueles que subsidiam extremamente onerosa em relação àquelas relativas aos subsidiados. Estes

últimos correspondem aos viajantes de longa distância, enquanto os outros são moradores de cidades situadas no entorno das praças de pedágio e que necessitam se deslocarem freqüentemente para cidades vizinhas para atendimento de seus compromissos. São os usuários de curta distância, que pagam a mesma tarifa daqueles de longo percurso.

Com o intuito apenas de facilitar a compreensão do que está se tentando colocar, supõe-se um trecho de rodovia de 330 km de extensão, com uma única praça de pedágio no km 150, cobrando uma tarifa de R\$ 10,00 de cada automóvel que passa por ela. Lembrando que o serviço que o administrador da via está oferecendo são quilômetros de pista para serem utilizados, o usuário de longa distância, ou seja, aquele que percorre toda a extensão de 330 km, estaria consumindo quilômetros por um preço de:

$$\text{R\$ } 10,00 / 330 \text{ km ou R\$ } 0,03/\text{km}$$

Mas um usuário que ingressou na rodovia no km 130 e a deixou no km 190, apesar de pagar o mesmo valor na praça de pedágio, ele percorreu apenas 60 km de via. Neste caso ele estaria pagando um valor unitário por quilômetro de

$$\text{R\$ } 10,00 / 60 \text{ km ou R\$ } 0,17 / \text{ km}$$

ou seja, um valor mais de cinco vezes superior. Na verdade, ele estaria subsidiando fortemente o viajante de longa distância.

Tal condição já foi motivo de manifestações populares por inúmeras vezes. Uma destas aconteceu na BR-040, no trecho que corta a Baixada Fluminense no município de Duque de Caxias, como mostra a reportagem apresentada na figura 2.4.b. Existem quase sempre profundos conflitos de interesse, dificultando a convergência para uma solução satisfatória que atenda a todos.



Fig 2.4.b – manifestação popular contra a cobrança de pedágio

A coleta de pedágio de forma automática pode contribuir fortemente para minimizar a ocorrência deste tipo de conflito. Como os custos de implantação, operação e manutenção são expressivamente inferiores àqueles correspondentes às praças convencionais, poderia-se avaliar o desmembramento destas em várias outras praças sem considerar o aumento de despesas, e cobrando um valor proporcional a quantidade destas. No exemplo anterior, ao se desmembrar aquela única praça cobrando uma tarifa de R\$10,00 por automóvel em dez novas praças cobrando-se o valor de R\$ 1,00 por praça, o usuário de longa distância, ou seja aquele que percorre todo o trecho de 330 km, continuaria pagando os R\$10,00, mas aquele de curta distância, que ingressou no Km 130 e deixou a rodovia no Km 190, pagaria apenas RS 2,00 por ter trafegado 60 km's. Neste caso, cada quilômetro consumido sairia por:

usuário de longa distância → $R\$ 10,00 / 330 \text{ km} = R\$ 0,030 / \text{km}$

usuário de curta distância → $R\$ 2,00 / 60 \text{ km} = R\$ 0,033 / \text{km}$

De acordo com o exemplo dado, o qual pode ser visualizado na figura 2.4.c, o preço pago por quilômetro consumido seria praticamente o mesmo entre ambos os viajantes. Para os novos projetos, este benefício poderia ser considerado desde os estudos iniciais. Para as rodovias já concedidas, as avaliações com o intuito de obter o desmembramento de praças de pedágio já existentes devem ser realizadas com bastante cautela, de modo a não comprometer o equilíbrio econômico-financeiro das concessões já em curso.

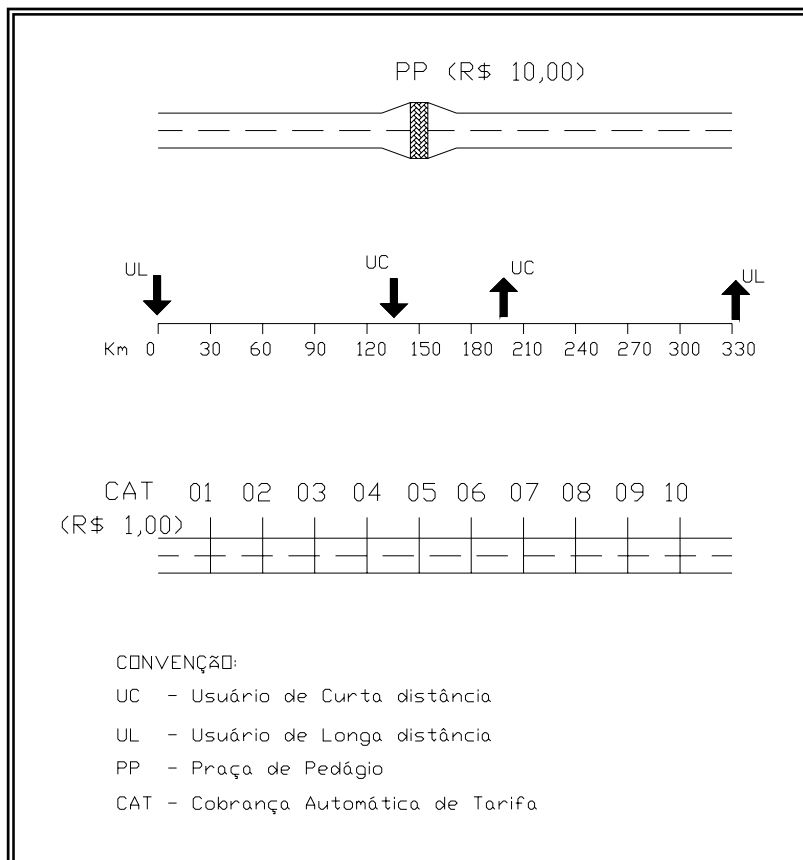


Fig 2.4.c – tratamento diferente entre os usuários de longa e curta distância

2.4.5) Auto sustentabilidade das Atividades de Gerência dos Sistemas Viários

A época de farta disponibilidade de recursos públicos para investimento em infraestrutura do país vem aos poucos se contrapondo a uma outra realidade, muito diferente. A procura por fontes alternativas de recursos financeiros tem sido uma constante em vários governos, tendo em vista que os orçamentos públicos estão se tornando cada vez mais limitados pelo surgimento de outras prioridades que exigem também uma gama considerável de recursos. É o caso, por exemplo, das políticas de segurança pública,

educação, saúde, previdência, e assim por diante. São políticas de forte cunho social, muito reivindicadas pela sociedade de um modo geral. A saída para este impasse foi a transferência da responsabilidade por recuperar, operar e expandir a infra-estrutura do país para o setor privado, o que incluiu parte da malha viária brasileira. Para tanto, existiu uma preocupação em tornar os sistemas auto-sustentáveis, ou seja, que pudessem gerar recursos próprios para a sua operação e expansão.

A Fig 2.4.d (FIPE-LASTRAN, 2003) apresenta, a título de exemplo, o montante de investimentos em infra-estrutura rodoviária ao longo dos anos nas décadas de 70 e 80.



Fig 2.4.d – investimentos realizados ao longo dos anos

Veloso (CNTf,2003), em seu estudo para a CNT (Confederação Nacional do Transporte) apresenta as quantidades de investimentos em infraestrutura viária ao longo dos últimos anos realizados pelo governo da União e o Ministério Público dos Transportes (fig 2.4.e).

Ambas as pesquisas, tanto aquela realizada pela FIPE-LASTRAN como aquela efetuada por Velloso, revelam que os orçamentos para a infra-estrutura estão cada vez mais escassos.

INVESTIMENTOS TOTAIS DA UNIÃO E DO MINISTÉRIO DOS
TRANSPORTES (MT) - em relação ao PIB

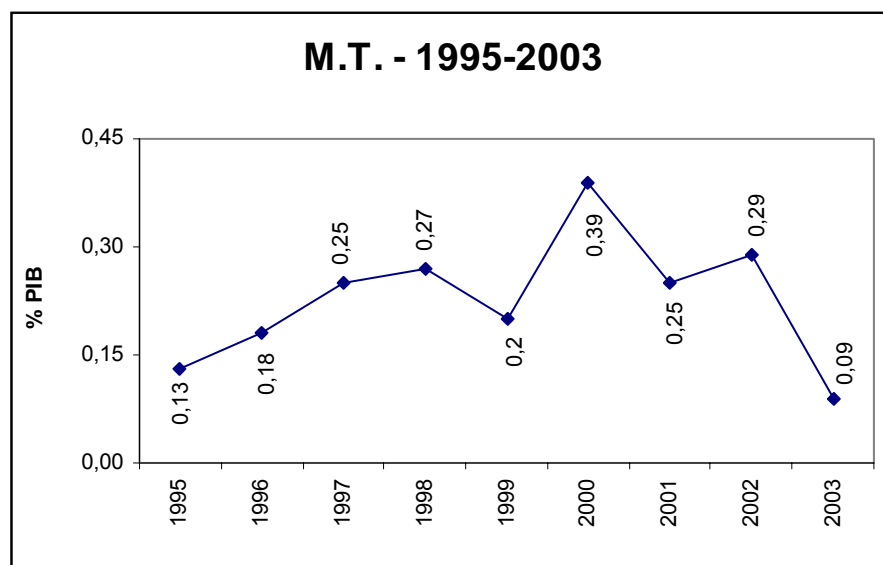
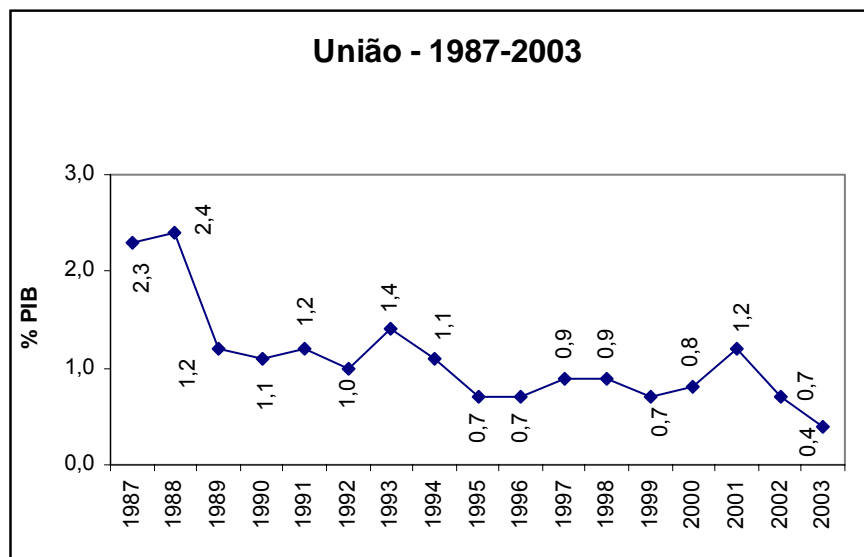


FIG 2.4.e – investimentos no setor rodoviário

Esta alteração de comportamento em relação à malha viária não foi observada apenas no Brasil. Em outras partes do mundo, mesmos nos países mais ricos, verifica-se também uma busca por recursos oriundos daqueles que utilizam as facilidades, ou seja, segundo

a ordem “*deve pagar quem utiliza*”. Os governos preferem usar seus recursos em políticas de promoção social, e transferir a responsabilidade da obtenção dos fundos exigidos na administração dos sistemas viários para aqueles que realmente os utilizam. Experiências neste sentido acontecem na Europa, em especial em relação aos veículos pesados, na Ásia, Austrália e América do Sul. Pode-se citar, como exemplo, as experiências Austríaca, Suiça e Alemã. Chile, Brasil e Argentina, na América do Sul, também podem ser citados como exemplos de países que buscam recursos a partir daqueles que utilizam as facilidades.

De fato, não existe rodovia gratuita. Ela exige recursos financeiros para a sua operação, manutenção e conservação, bem como para as ampliações tendo em vista o crescimento da demanda. A escolha é a de como estes recursos serão obtidos, se diretamente daqueles que a utilizam, ou a partir do Tesouro Público, composto pela arrecadação de impostos de toda a sociedade, inclusive daqueles que nada tem a ver com a referida via.

A Constituição de 1988 proibiu vincular arrecadação e despesas (FIPE-LASTRAN, 2003). Deste modo não existe imposto destinado às vias terrestres, nem mesmo aquele sobre veículos automotores (IPVA). Realmente, uma consulta ao site do DETRAN-RJ revela o destino da arrecadação deste imposto no Estado do Rio de Janeiro (ver QUADRO 2.4.1, a seguir).

QUADRO 2.4.1 – O que é o IPVA?

O que é o IPVA?

É o imposto sobre a propriedade de veículos automotores. Cobrado anualmente pelos Estados e pelo Distrito Federal, não tem relação direta com prestação de serviço (asfalto em ruas, colocação de sinais etc) como tinha a antiga Taxa Rodoviária Única, que era recolhida com o objetivo de fazer os motoristas pagarem pelo uso e manutenção das rodovias. Aliás, esta é a característica essencial de todo imposto: é uma receita da União, Estados ou Municípios utilizada para as despesas normais da administração - educação, saúde, segurança, saneamento etc.

Por isso, pagar o IPVA, além de uma obrigação legal, é um dever para com a comunidade

Fonte: www.detran.rj.gov.br (26 de janeiro de 2004)

O mesmo acontece com os impostos que incidem sobre os combustíveis. Toma-se o caso da gasolina, por exemplo. Até o preço final para o consumidor, incide-se vários impostos como ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), CIDE (Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico), PIS, CONFINS, além da CPMF (Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira). Esta estrutura de preços foi obtida a partir dos sites www.fecombustiveis.org.br/estudostecnicos – junho de 2003 e www.mecanicaonline.com.br/2004/abril – abril de 2004. Destes, o único que contempla aplicações em infra-estrutura terrestre é a CIDE. Esta, depois de sua reformulação, preconizou a criação do Fundo Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – FNIT, a ser gerido pelo Conselho Nacional de Integração das Políticas de Transportes – CONIT- (www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/Leis/2002/lei10636.htm , 2004). Contudo, outras prioridades também devem ser atendidas pelos recursos oriundos desta contribuição, e não apenas a administração do sistema viário nacional. Por isto, a parcela destinada aos programas rodoviários é mínima e insuficiente (Resende,2003).

Em suma, os recursos destinados à conservação, operação e expansão da infra-estrutura brasileira sob administração governamental são oriundos exclusivamente do Tesouro Público e estão muito mais restritos, devido não apenas a uma contingência financeira, mas também em virtude de um novo cenário político, com clamores públicos cada vez maiores por investimentos em políticas sociais. Logo, o custo correspondente às obrigações relativas a malha viária deve sair inteiramente do bolso dos cidadãos, de preferência sobre aqueles que efetivamente utilizam as vias. E por uma questão de justiça, aqueles que usam mais, devem pagar mais.

A preocupação com o financiamento da infra-estrutura nacional vem sendo, nos últimos tempos, tema constante na mídia nacional, através do Projeto das Parcerias Públicas Privadas (PPP) encaminhado pelo Executivo para aprovação pelo Legislativo. Através da administração conjunta com o setor privado, o governo espera obter recursos para implantação dos projetos nacionais de recuperação e implantação de estradas, portos, usinas, entre outros, dando condições ao país de crescer economicamente.

Um sistema IAV, possibilitando a implantação de pontos de coleta de tarifas em vários pontos do sistema viário vem ao encontro da necessidade de se prover uma arrecadação condizente com as responsabilidades exigidas na administração da malha viária.

Cabe destacar aqui que o que se está propondo não é uma proliferação de praças de pedágio por todo o sistema viário, exigindo dos usuários expressivos comprometimentos de suas rendas para poderem circular. O que se pretende é oferecer um leque de alternativas aos administradores com o objetivo de minimizar as conseqüências não apenas da constante falta de recursos para investimento em infraestrutura viária, mas também devido a distorções históricas que ainda hoje comprometem a eficiência dos sistemas de transportes no país.

Por outro lado, deve ser colocado que o processo de transferência de várias vias que estavam sob a administração governamental para o controle privado promoveu uma série de melhorias, amplamente reconhecidas pela maioria dos usuários dessas estradas. A figura 2.4.f apresenta dois gráficos refletindo a opinião de usuários de rodovias em relação ao processo de transferência das mesmas para a administração privada.

2.4.6) Jurisprudências Firmadas Sobre o Pedagiamento de Vias

Cabe apresentar aqui algumas considerações objetivando contra-argumentar com fortes opositores aos programas de concessão, em especial no tocante à cobrança de pedágio nas rodovias. Algumas afirmações são freqüentemente ouvidas, de forma a questionar a administração privada do sistema viário. São elas:

- i) a cobrança de pedágio fere o direito de ir e vir, caso não haja uma alternativa à rodovia a qual se está pedagiando
- ii) a cobrança de pedágio reflete bitributação, tendo em vista a cobrança do IPVA
- iii) concessão de rodovias consiste na entrega do patrimônio público a particulares
- iv) o pedágio aumenta o custo de transporte de mercadorias, aumentando o chamado “Custo Brasil”

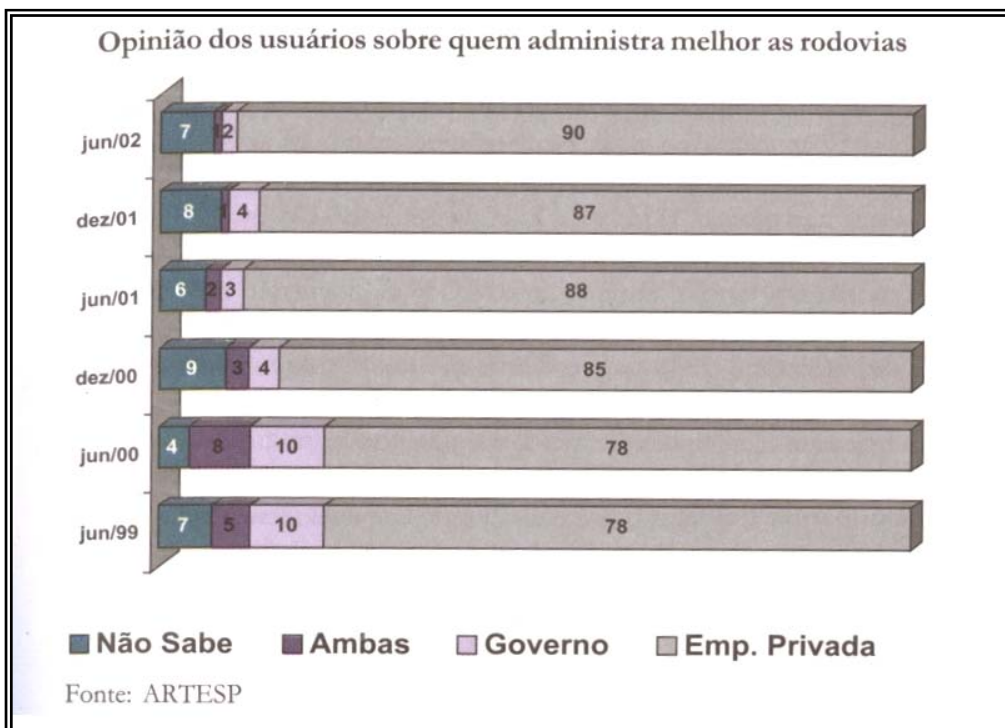
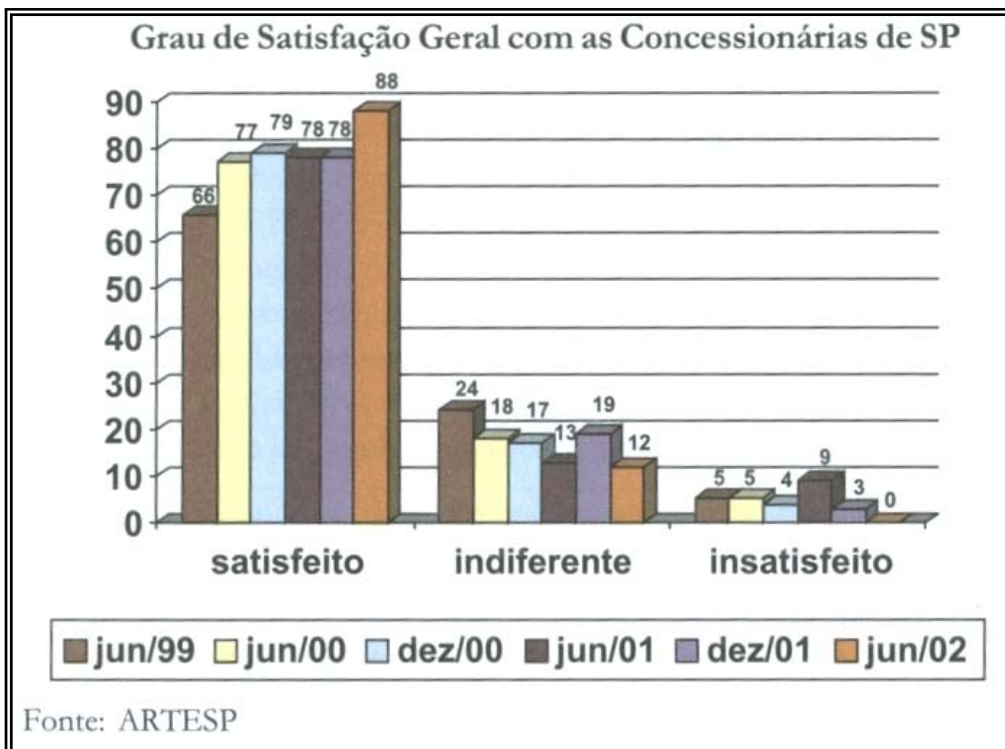


Fig 2.4.f – nível de satisfação do usuário (FIPE-LASTRAN,2003)

As respostas a estes argumentos foram extraídas do volume “A Experiência Brasileira de Concessões de Rodovias” (FIPE-LASTRAN, 2003). A seguir, com o propósito de conduzir diretamente o leitor às fontes pesquisadas e, deste modo, elucidar mais enfaticamente estas questões, está reproduzido na íntegra parte do conteúdo da publicação relativa a cada uma das afirmações:

i) A cobrança de pedágio fere o direito de ir e vir

“ Alguns opositores aos programas de concessão de rodovias afirmam que o pedágio infringe o direito constitucional de ir e vir já que não é oferecida uma via alternativa gratuita ao usuário.

Desde o início da década de 1970 as decisões do judiciário baseiam-se no argumento de que o direito de ir e vir não implica a obrigatoriedade de via alternativa para que se possa fazer a cobrança de pedágio. O preceito constitucional é que todo cidadão tem direito de ir e vir e não de que todo cidadão tem direito a locomoção gratuita. Nesse sentido cabe citar o despacho da juíza Luiza Dias Cassales em resposta a uma ação civil movida pelo Ministério Público requisitando a suspensão da cobrança de pedágio na rodovia BR 277, no trecho compreendido entre a BR 466 e a fronteira Brasil/Uruguai. Em seu despacho, que nega o pedido do Ministério Público, a Juíza afirma:

“.....não vejo como a cobrança do pedágio possa impedir o direito de livre locomoção no território nacional. E isso porque, nas rodovias só transitam (pelo menos com obrigação de pagar pedágio) veículos automotores que, como é curial, tiveram que ser adquiridos por seus proprietários mediante o pagamento do preço estipulado. Esses veículos só se locomovem se abastecidos com combustível, que também é adquirido com o desembolso do preço. Apesar disto, não se diz que, pelo fato de o candidato a trafegar em rodovias ter que adquirir um veículo automotor e ter que, periodicamente, abastecê-lo, está ele tendo limitado seu direito de ir e vir.

...

.Em meu modo de entender, o que o inciso XV do artigo 5º da CF/88 garante é que o indivíduo (não seu automóvel ou caminhão) possa livremente locomover-se no território nacional sem nenhuma limitação de ordem pessoal. Certamente que se resolver locomover-se pelo território nacional de ônibus, de trem ou avião terá que pagar passagem ou bilhetes, se for em seu veículo terá que pagar seu preço, o preço de sua conservação, do combustível e do pedágio.”

Resumindo torna-se clara, com base no despacho da Juíza Luiza Dias Cassales, a diferença entre a liberdade de se transitar e o direito ao uso gratuito do sistema viário.

ii) A cobrança de pedágio reflete bitributação, tendo em vista a cobrança do IPVA.

“Alguns opositores às concessões rodoviárias alegam que a cobrança de pedágio configura uma bitributação uma vez que os usuários de rodovias já pagam IPVA e outros impostos para que o governo conserve as vias urbanas e rodoviárias”.

Inicialmente, cumpre destacar que o argumento de bitributação pressupõe que o pedágio seja um tributo e, portanto, esteja sujeito à legislação tributária. Esse pressuposto contraria a opinião de diversos juristas, que alegam que o pedágio, quando cobrado pela concessionária de rodovia, constitui uma tarifa ou preço público, e não tributo. As presunções de bitributação foram rechaçadas pelo Supremo Tribunal Federal, que aprovou por unanimidade o voto de Ilmar Galvão, Ministro desse Tribunal, em resposta a uma ação de inconstitucionalidade contra a cobrança de pedágio no Rio grande do Sul. Em seu voto o ministro afirma que

“ ...como preço público (tarifa) não está o pedágio sujeito aos requisitos constitucionais que disciplinam os tributos.”

Adicionalmente, a bitributação ocorre quando dois tributos incidem sobre a mesma base geradora. A base geradora da cobrança de pedágio é a passagem pela praça de pedágio. A base geradora do IPVA é a propriedade do veículo automotor. A base geradora do ICMS sobre combustíveis é a compra de combustíveis. Tratam-se, evidentemente de bases geradoras distintas e, portanto, mesmo que o pedágio fosse considerado um tributo, a bitributação não se configuraria.

Finalmente, deve-se lembrar que a Constituição de 1988 vetou a vinculação de impostos à execução de serviços e obras. Assim, toda a arrecadação de impostos vai para um caixa único. O Erário Público disponibiliza recursos conforme as prioridades estabelecidas no orçamento do Estado. Assim, “não se pode argumentar que o IPVA se destina à conservação das vias urbanas e rodovias.”

Reforçando a argumentação apresentada, cabe lembrar a destinação dos recursos oriundos do IPVA, visto no quadro 2.4.1.

iii) A concessão de rodovias consiste na entrega do patrimônio público a particulares

Privatizar um bem público significa aliená-lo à iniciativa privada, como é o caso quando da venda de ativos do Estado para a iniciativa privada. As rodovias públicas constituem bens inalienáveis da União, estados e municípios e não há qualquer possibilidade legal de alienar uma rodovia pública à iniciativa privada (Machado, 2002). A Lei Federal N° 8987/95 sobre concessões de serviço público estabelece que, após o período de concessão estabelecido em contrato o concessionário deve reverter ao poder concedente toda a infra-estrutura, com todas as melhorias realizadas ao longo daquele período.

A concessionária atua assim como um braço executor do poder concedente realizando obras e serviços de interesse público. A titularidade desses bens públicos permanece sob o Estado (Machado,2002).

iv) O pedágio aumenta o custo de transporte de mercadorias, aumentando o chamado “Custo Brasil”

Um dos argumentos mais utilizados por aqueles que são contrários ao programa de concessão de rodovias, é aumento do custo dos produtos transportados, devido ao pagamento do pedágio, o que não acontecia anteriormente. Com isso existiria um aumento no preço final desses produtos, o que seria um mal para toda a sociedade.

Inicialmente, cabe dizer que anteriormente os produtos não eram transportados sem ônus. Existe um custo para toda a sociedade, a qual financia a operação e conservação da malha viária com seus impostos. Por outro lado, este tratamento privilegiado para o transporte rodoviário de carga não é benéfico, pois promove distorções graves na matriz de transportes em função de criar condições favoráveis irreais para o transporte rodoviário, em detrimento dos outros modais. Isto é ruim, pois o transporte dos produtos, ao ser efetuado pelo modal inadequado, acaba por promover um custo extra, o que passa despercebido pela sociedade.

Adicionalmente a isto cabe considerar que, se a cobrança do pedágio trouxe um custo extra para o transporte rodoviário, a melhoria das condições das vias acarretou uma redução de custos que se sobrepôs ao preço da tarifa. Estudos do Cepal (Comissão Econômica para a América Latina e Caribe) revelaram que os países da América Latina perdem anualmente de 1% a 3% do PIB devido à falta de conservação de suas rodovias, um terço delas em estado precário (FIPE-LASTRAN, 2003).

Em 1999, a empresa de consultoria TECTRAN (Técnicos em Transportes Ltda) realizou um estudo detalhado sobre os impactos financeiros da concessão das rodovias paulistas sobre os usuários. Neste trabalho, foi efetuada uma comparação entre a variação de custos operacionais obtida pela melhoria das rodovias com aquela oriunda da cobrança do pedágio. A conclusão chegada, a qual pode ser vista no Quadro 2.4.2, revela que o benefício para os veículos de passeio e os ônibus foi praticamente nula. Os grandes beneficiários foram justamente os veículos de carga que tiveram um ganho percentual entre 7,88% e 13,58% (FIPE-LASTRAN, 2003).

QUADRO 2.4.2 – COMPARAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS

COMPARAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS EM DOIS CENÁRIOS PARA AS RODOVIAS PAULISTAS: COM CONCESSÃO E SEM CONCESSÃO								
categoria de veículo	custos operacionais R\$/Km			gasto com pedágio R\$/Km			resultado líquido (G=C-F)	Ganho percentual (H=G/[A+D])
	sem concessão (A)	com concessão (B)	diferença (C=A-B)	sem concessão (D)	com concessão (E)	diferença (F=E-D)		
auto	0.18	0.15	0.024	0.02	0.05	0.024	0.00	0.0%
ônibus	0.65	0.62	0.037	0.05	0.09	0.047	-0.01	-1.43%
cam 2E	0.50	0.38	0.121	0.05	0.09	0.047	+0.07	+13.58%
cam 3E	0.98	0.76	0.224	0.07	0.14	0.070	+0.15	+14.71%
cam 5E	1.50	1.26	0.244	0.11	0.23	0.117	+0.13	+7.88%

FONTE: (FIPE-LASTRAN, 2003)

Legenda:

cam 2E – caminhão de 2 eixos

cam 3E – caminhão de 3 eixos

cam 5E – caminhão de 5 eixos

Além do incremento dos custos operacionais decorrente do mau estado de conservação da via, cabe ainda lembrar um outro custo, o qual também contribui para o incremento dos gastos com transporte de uma forma bastante expressiva. São os custos advindos dos acidentes de trânsito. De acordo com dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF) relativos ao primeiro trimestre de 2004, o número de acidentes de trânsito por defeito na via cresceu 11,4% em relação ao mesmo período de 2003 (CNTc-2004). O maior aumento das ocorrências por defeito nas estradas aconteceu na Bahia, onde foram registrados 84% mais acidentes.

2.5) Invasão de Privacidade

Protestos contra uma possível invasão de privacidade decorrente da operação de sistemas de controle e monitoramento não são muito comuns aqui no Brasil, mas são freqüentemente observados em várias outras regiões do mundo. De fato, a automatização cada vez maior verificada em várias atividades do cotidiano possibilita a obtenção de informações que, uma vez tratadas em conjunto, poderiam expor as pessoas em demasia. Muitas matérias têm sido elaboradas, sempre com a sugestiva advertência “*The Big Brother is Watching You*”, uma alusão ao famoso romance de George Orwell’s (Karlsson,2001).

O Brasil também está inserido neste mundo de monitoramento. Por exemplo, a proliferação de circuitos internos de TV contribui para esta exposição das pessoas. É muito comum o uso destes dispositivos em prédios de apartamentos, lojas, shopping centers, postos de combustível, bancos, estacionamentos, prédios comerciais e até no gerenciamento e fiscalização do trânsito de veículos. Se estas imagens pudessem ser editadas em conjunto, o histórico de uma pessoa ao longo do dia poderia perfeitamente ser recuperado, desde que esta pessoa pudesse ser identificada nos diversos vídeos.

Concomitantemente, diversos procedimentos têm sido implantados por parte do Governo Central com vistas à fiscalização da chamada “lavagem do dinheiro” e sonegação de impostos. Monitoramento das empresas de cartões de crédito e o imposto sobre movimentação financeira (CPMF) podem ser citados como exemplos. Tais procedimentos permitem que o governo possa identificar possíveis ilicitudes na movimentação financeira de pessoas e empresas.

A atividade de monitoramento da circulação viária também causa efeitos semelhantes. A fiscalização da obediência aos limites máximos de velocidade realizados por meio de câmeras que fotografam o veículo infrator é um bom exemplo disto. Têm-se notícias de casos em que a foto tirada no momento da infração causou mais transtornos pessoais que a punição propriamente dita, isto é, o gasto financeiro decorrente do pagamento da multa (Abernethy,2004). Este é um caso típico de invasão de privacidade, dando margem ao surgimento de ações judiciais. Os mesmos comentários podem ser tecidos

em relação à fiscalização por avanço de sinal efetuada por dispositivos eletrônicos (*red light*).

Existem câmeras de TV espalhadas por vários pontos do sistema viário, com o intuito de auxiliar no monitoramento da circulação viária. Estas câmeras, além de girar livremente em torno de seu eixo permitindo ao operador um ângulo de visão de 360°, possibilitam a aproximação da imagem a ser observada (ZOOM) em muitas vezes, permitindo uma grande aproximação em relação ao fato observado. Caso estas câmeras sejam orientadas para o interior de residências poderia-se, em tese, conhecer todas as intimidades dos moradores. Isto, naturalmente, seria um comportamento inaceitável em relação ao direito de privacidade.

A própria cobrança eletrônica de pedágio, tão comum hoje em dia, ao registrar a passagem de um veículo e, conseqüentemente, do usuário, pode servir como informação importante de modo a invadir a privacidade do cidadão (Karlsson,2001).

Após o trágico “11 DE SETEMBRO”, várias medidas foram e estão sendo tomadas por órgãos governamentais americanos, objetivando otimizar e facilitar as atividades de investigação na procura por potenciais terroristas (Abernethy,2004). Isto contribui para uma exposição maior das pessoas aos organismos policiais, nas quais elas sofrem um processo de investigação de suas vidas pessoais, sem nem saber sobre o que está acontecendo. Pode-se acrescentar ainda outras medidas de proteção à sociedade americana, como recusa a vistos de entrada no país, ou mesmo procedimentos muito rigorosos para o registro de entrada quando do desembarque em aeroportos e outras instalações afins, quase idênticos àqueles adotados para o tratamento de pessoas que cometeram algum tipo de delito.

Tanto nos exemplos brasileiro e americano, o questionamento que se coloca é “VALE A PENA ABRIR MÃO DE PARTE DA LIBERDADE EM FAVOR DE UMA SEGURANÇA MAIOR?”. A resposta observada é geralmente “SIM”. O trauma causado ao povo americano pelos terroristas faz com que ninguém deseje um outro “*September eleven*”. Aqui no Brasil, em especial nas grandes cidades, existe uma disseminação cada vez maior dos sistemas de segurança, geralmente através de circuitos fechados de TV, revelando que os

cidadãos concordam em abrir mão de parte de sua privacidade, de forma a se sentirem mais seguros. E isto vale também no gerenciamento do trânsito. Neste aspecto, não apenas a segurança em relação à integridade física de pessoas e bens está envolvida, mas também a segurança do trânsito e o monitoramento das condições operacionais. Quem não gostaria de economizar as horas perdidas em congestionamentos, ou não dá valor ao conforto de poder pesquisar as condições de fluidez do trecho a ser percorrido antes de sair de casa? Quem não dá importância às vias seguras, principalmente em relação aos maus motoristas que desrespeitam as regras de trânsito, de forma a chegar ao destino final sem imprevistos e ocorrências graves?

As tecnologias que se oferecem devem ser vistas como importantes ferramentas. E como tais, elas podem ser utilizadas para o bem ou para o mal. É sobre este enfoque que a questão da privacidade deve ser tratada. Cidadãos podem aceitar o uso de dispositivos eletrônicos de controle e monitoramento, desde que utilizados de forma ética, exclusivamente para o fim a que se destinam. Sempre, e somente, com o intuito de aumentar as condições de conforto e segurança da sociedade. Assim sendo, diversos procedimentos podem ser adotados, sempre visando minimizar os efeitos que estes equipamentos impõem sobre o cotidiano dos cidadãos. Cuidados especiais para esconder as faces dos ocupantes de um veículo fotografado seria um bom exemplo. Afinal o objetivo da medida não é saber quem está no interior do veículo, mas sim punir o infrator. A este se pode chegar através do registro do veículo, em função do nome do proprietário, mesmo que não tenha sido este o condutor no cometimento da infração.

Um outro cuidado que pode ser dado como exemplo é em relação à operação das câmeras para monitoramento da circulação viária espalhadas pela cidade. Deve-se evitar sempre orientar estes dispositivos em direção a residências, e quando isto for totalmente impossível, girar rapidamente o dispositivo sem ativar o mecanismo de aproximação (ZOOM). Um outro cuidado seria destruir o banco de informações e imagens uma vez atingidos os objetivos propostos. E ainda, a proibição do cruzamento de informações de diferentes operadores, salvo sob ordenamento judicial.

Um código de leis eficaz tem sido objeto de discussão em vários países. Também aqui no Brasil, esta matéria deve ser tratada com o grau de importância que ela merece. Uma

legislação abrangente e direta poderia assegurar os direitos da sociedade, e prever punições para aqueles que quebrassem as regras.

De fato a automatização de diversos procedimentos ligados ao uso do automóvel pode favorecer a exposição maior dos cidadãos e suas atividades aos sistemas de monitoramento e controle e, em última instância, àqueles que operam estes sistemas. Mas, dois questionamentos devem ser colocados:

- (i) este favorecimento iria alterar significativamente o cenário hoje existente?
- (ii) estaria a sociedade de acordo em abrir mão de parte de sua liberdade em favor de questões tais como conforto e segurança?

Ambas as perguntas já foram, de certa forma, respondidas. O crescimento em ritmo acelerado no uso de dispositivos de segurança revela uma concordância da sociedade no emprego destes equipamentos. Por outro lado, não existe diferença entre pagar pelo enchimento de um tanque de combustível através do cartão de crédito ou por um dispositivo de identificação veicular. Este fato, associado ao crescimento da quantidade de usuários que estão adotando algum tipo de pagamento automático de pedágio demonstra que os cidadãos estão mais preocupados com sua segurança e comodidade do que com outras questões.

2.6) Considerações Sobre o Capítulo

Em suma, foi visto até aqui que os benefícios que um sistema IAV em âmbito nacional poderia trazer para toda a sociedade são de grande relevância. Resumidamente, são eles:

- i) suprir deficiências referentes ao sistema atual, possibilitando obter uma maior eficácia nos procedimentos de fiscalização de trânsito e, conseqüentemente, uma redução nos níveis dos acidentes de trânsito.
- ii) agregar funções ao uso do automóvel, propiciando um maior conforto ao usuário através de uma flexibilização nos procedimentos de cobrança, além de possibilitar ao operador dispor de sistemas informatizados, acarretando não apenas uma maior eficiência na administração de seu negócio, mas também uma redução de custos, o que também pode refletir no preço final para o consumidor. Agregar funções também pode trazer maior segurança contra atos indevidos e ações de violência tanto para usuários como para operadores.
- iii) um sistema IAV pode servir como importante instrumento para se realizar políticas de transportes. Não apenas objetivando levantar fundos para expansão, conservação e operação de sistemas viários, mas também como forma de corrigir distorções e injustiças, além de se constituir em uma importante ferramenta para gerenciamento de demandas. Foi visto como diferentes governos fizeram um bom uso deste instrumento, tais como Reino Unido, Estados Unidos, Cingapura e Noruega. Além destes, pode-se citar outras experiências como exemplos, sendo que algumas delas serão comentadas no decorrer deste trabalho. Alemanha, Suíça e Áustria implantaram, ou estão em fase de implantação de sistemas de pedagiamento para veículos de carga em função da quilometragem percorrida. Tais veículos são cobrados em função do peso e da emissão de poluentes. A cobrança visa integralizar os gastos não apenas com a infraestrutura viária, mas também os custos ambientais advindos da circulação destes veículos. A renda obtida na Suíça está sendo empregada na consolidação da ligação pelos Alpes e em melhorias no sistema ferroviário nacional. Na França e em Portugal, países que também adotam a cobrança de pedágio por extensão de

via percorrida, a arrecadação tem como meta atrair investimentos privados para o financiamento de novos projetos rodoviários. Assim como também na Áustria e Alemanha (Viegas,2000). Pode citar ainda exemplos na Ásia e América Latina.

Por fim cabe ressaltar a urgência a que esta matéria está afeta. Iniciativas para adoção de um sistema automático de identificação veicular surgem frequentemente por todo o Brasil. É o caso, por exemplo, da cobrança de pedágio nas rodovias concedidas. Esta pode se dar através de cartões inteligentes, e diferentes modelos de transponders operando em faixas distintas de frequência (915 Mhz ou 5.8 Ghz). Observa-se também iniciativas para fiscalização de trânsito e transporte coletivo usando transponders operando na faixa de frequência de 915 Mhz. Ou seja, existe uma necessidade por parte da sociedade em adotar procedimentos automatizados para identificação veicular. Contudo, esta falta de homogeneidade, isto é, a inexistência de um padrão comum a nível nacional faz com que usuários tenham que se sujeitar a duas ou mais modalidades, e mais, que operadores não se sintam a vontade em investir em procedimentos automatizados por receio de uma futura migração para um padrão nacional podendo, assim, perder investimentos realizados.

Portanto, cabe ao Governo Federal a responsabilidade de estudar e implantar um Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – IAV.

Existem várias tecnologias disponíveis que serviriam como base para a adoção de um sistema IAV, sendo que quatro são tratadas neste trabalho. Qual delas é a mais adequada para uma proposta brasileira? Para responder esta pergunta é necessário conhecer mais profundamente cada uma delas. Este é o assunto do próximo capítulo.

3. Tecnologias Disponíveis para a Identificação Automática de Veículos

3.1) Introdução

Neste capítulo serão estudadas algumas das tecnologias existentes e que podem servir para o propósito em questão. São elas:

Satélites –

O uso de satélites está se tornando cada vez mais comum ao redor de todo o mundo. É graças a este equipamento que o mundo tem se tornado cada vez menor, reduzindo as distâncias entre povos, mesmos entre aqueles das regiões mais longínquas, pela facilidade de comunicação entre eles. Apesar da função primordial dos satélites ser a transmissão de dados e voz, ou seja, para fins de comunicação, existem também aqueles satélites cuja finalidade é permitir aos usuários se localizarem em uma determinada região. As navegações marítimas e as expedições em regiões desertas, são exemplos de como esta tecnologia se tornou importante na elaboração de rotas e na localização de desaparecidos. E pode também servir para o objetivo aqui proposto para identificação de veículos. Se cada um destes possuir um receptor de sinais, o qual possua um único código no sistema, a identificação de veículos por satélite, bem como a sua localização, poderia também ser feita desta maneira.

Telefonia Celular-

Esta tecnologia, que se tornou muito popular no Brasil, pode se constituir como uma forma de se identificar e localizar veículos no interior de uma região. Os telefones portáteis utilizados como meio de comunicação, possuem um número e um código que os identificam no sistema. Desta forma, excetuando-se os casos de clonagem, cada aparelho é único e pode ser identificado através de seu código. Da mesma forma, no cenário aqui estudado, os veículos também possuiriam um identificador e um número, os quais os tornariam únicos no sistema, possibilitando assim a sua identificação.

Reconhecimento Ótico de Caracteres-

Também conhecida como OCR (*Optical Recognition Character*), esta tecnologia ainda é relativamente nova no Brasil. Algumas empresas estão realizando pesados trabalhos de pesquisa para tornar seu uso factível. Outras estão importando sistemas estrangeiros e tentando adaptá-los à realidade brasileira. Trata-se de equipamentos com câmeras fotográficas ou de vídeo muito parecidas com as utilizadas hoje na fiscalização de trânsito, no que tange principalmente ao desrespeito dos limites máximos de velocidade. A diferença é que estes engenhos são capazes de reconhecer os caracteres das placas dos veículos (dianteira e traseira), transformando-os de uma simples imagem (*bitmap*) em informações binárias as quais podem ser tratadas e processadas por sistemas informatizados. Assim sendo, uma vez identificado o veículo através de suas placas, os procedimentos pertinentes podem ser ativados.

Comunicação Dedicada de Curta Distância-

Também conhecida sob a sigla DSRC (*Dedicated Short Range Communication*), esta tecnologia já está familiarizada por vários brasileiros que a utilizam. O seu uso mais comum pode ser observado em alguma das praças de pedágio das estradas concedidas. Os veículos os quais possuem um *tag* afixado nos seus pára-brisas utilizam uma cabine especial, nas quais passam diretamente pela praça de pedágio sem precisar efetuar qualquer parada, visando realizar o pagamento da tarifa. Com isso eles economizam tempo, já que não precisam enfrentar as filas que se formam para pagamento em espécie, bem como podem efetuar o pagamento em um momento diferente daquele do uso da rodovia, de uma forma mais conveniente. A identificação do veículo acontece quando da passagem do veículo pela cabine especialmente destinada para este fim. Um dispositivo de leitura acoplado na estrutura da praça e ligado diretamente ao centro de controle lê as informações contidas no *tag* quando da passagem do veículo. Esta tecnologia tem este nome por ser um sistema dedicado, ou seja, a comunicação é dedicada a um único procedimento, e também pela curta distância de atuação do sistema (a antena só consegue ler as informações do *tag* quando o veículo está realmente muito próximo).

3.2) *Global Positioning System (GPS)*

3.2.1) **Histórico**

Não faz muito tempo que a idéia de se possuir satélites orbitando em torno da Terra parecia inimaginável. Quando o futurista Arthur C. Clarke, em 1945, imaginou dispositivos como estes girando em torno do planeta, tudo parecia ficção. Hoje a realidade é muito diferente. Vários destes equipamentos encontram-se em funcionamento, possibilitando a transmissão de dados, imagens, vozes por todo o planeta (Elliot,1995).

O primeiro satélite a entrar em operação como uma estação repetidora de sinais de rádio, foi o mais natural de todos: a Lua (Elliot,1995). Ela foi utilizada, no início dos anos cinquenta, como um refletor de sinais entre Washington D.C. e Hawaii. Tempos depois, um grande balão metálico foi lançado aos céus para operar, como a Lua, como um refletor passivo. Seu nome era ECHO I e foi, se é que se pode dizer assim, o primeiro satélite artificial. Com o passar dos anos, o desenvolvimento tecnológico promoveu diversos melhoramentos, até chegar aos dispositivos atuais. O desenvolvimento do primeiro satélite russo *Sputnik*, lançado em órbita em 4 de outubro de 1957, seguido de perto pelas experiências com os satélites americanos Score e Explorer, carream importância e interesse para a tecnologia dos satélites.

3.2.2) **Tipos**

A tecnologia dos satélites é dividida em dois padrões, a saber (Elliot,1995):

- i) satélites geosincronizados, também conhecidos como geoestacionários ou fixos
- ii) satélites LEO (*Low Earth Orbit*) e MEO (*Medium Earth Orbit*)



Fig 3.2.a- INMARSAT satélite geoestacionário

Os satélites geosincronizados são caracterizados por se localizarem a uma altura em torno de 22.300 milhas (aproximadamente 36.000 km) sobre a linha do Equador. Mantém uma velocidade sincronizada com a velocidade de rotação da Terra, daí serem descritos como geosincronizados, geoestacionários ou fixos, uma vez que a velocidade relativa destes equipamentos em relação ao planeta é zero. Desta forma, com a construção de estações terrestres (em forma de pratos) apontadas para os satélites, é possível transmitir e receber informações (ver exemplo na fig 3.2.a).

O primeiro satélite georeferenciado foi lançado em Abril de 1965, e comprovou a viabilidade das idéias de Clarke. Ele havia imaginado que apenas três satélites seriam suficientes para disponibilizar um *link* de comunicação em torno de todo o planeta. Se Clarke estava certo, contudo, apenas três não seriam suficientes para atender toda a demanda dos usuários. Existem hoje mais de trezentos satélites (nem todos são geosincronizados), orbitando ao redor da Terra (Elliot,1995).

Por muitos anos, os satélites geosincronizados foram predominantes. Mais recentemente, os satélites LEO (*Low Earth Orbit*) têm atraído atenções. Como sugere o seu nome, estes satélites orbitam ao redor do planeta a uma altura muito menor que

aquela dos seus concorrentes. Diferentemente dos geosincronizados, os satélites LEO não estão restritos a órbita equatorial, mas podem passar sobre qualquer lugar do Globo Terrestre. Podem até mesmo servir as regiões polares, as quais os geosincronizados não são capazes. Alguns LEO's possuem uma órbita circular, mantendo sempre a mesma altura em relação ao solo. Outros seguem uma órbita elíptica, estando por vezes mais próximos da Terra e, por outras, mais distante (ver exemplo na fig 3.2.b).

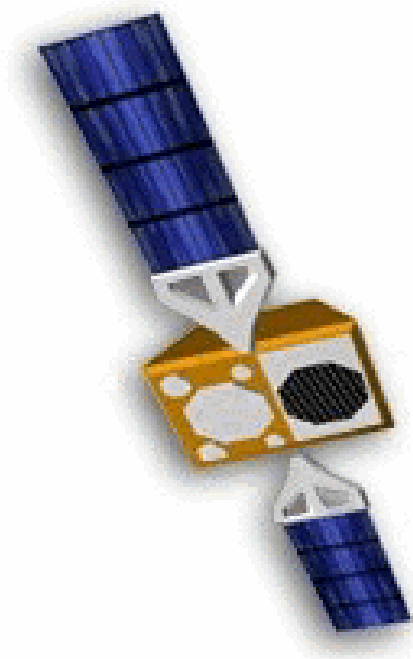


Fig 3.2.b - Globalstar satélite do tipo LEO

Os satélites LEO orbitam em torno da Terra a uma velocidade muito maior em relação a do planeta,

de modo a compensar a força de gravidade. Quanto mais baixa a órbita, maior deve ser a velocidade. Assim sendo, eles dão várias voltas em torno da terra em um único dia (24 horas). Desta maneira, o modo de funcionamento dos satélites LEO de comunicação lembram a tecnologia do telefone celular. Quando um satélite recebe uma chamada de alguma estação terrestre, ele redireciona a mesma de acordo com o endereçamento obtido. A medida que o satélite seguinte encontra a mesma chamada, ele a toma para si, possibilitando a continuidade da comunicação. E assim acontece com cada equipamento que entra na linha de horizonte da referida estação.

Em relação à órbita, os satélites LEO ainda podem ser subdivididos naqueles que orbitam a baixa e média altura (*Low Earth Orbit and Medium Earth Orbit*). O limite entre as duas classificações é ainda matéria de controvérsia, variando de fonte para fonte. De um modo geral, enquanto os satélites LEO orbitam a uma altura inferior a 3.000 km, os satélites MEO operam a uma altura entre 3.000 km e 30.000 km (*Satellites*, 2003) (ver ilustração na fig 3.2.c).

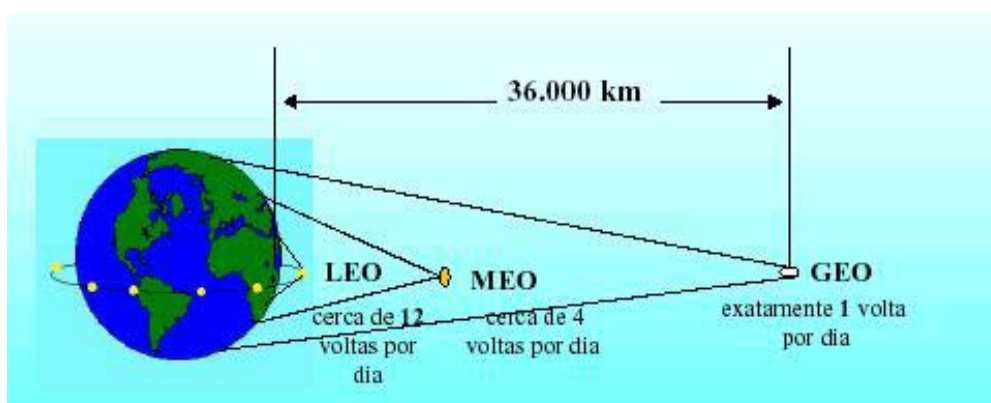


Fig 3.2.c Classificação dos satélites segundo suas órbitas

3.2.3) Funcionamento

Apesar de suas diferenças, todos os satélites possuem dispositivos em comum, construídos em seu interior. Estes dispositivos recebem os sinais enviados a partir das estações terrestres (chamados *uplinks*), e os retorna em uma direção diferente para uma outra estação terrestre (estes sinais são chamados *downlinks*). Vários deles possuem também a capacidade de comunicação entre si.

Quando o satélite recebe sinais de rádio dos "pratos" (estações terrestres), eles não transferem simplesmente os sinais em outra direção. Se assim o fosse, causariam interferências indesejáveis entre os sinais *uplink* e *downlink*, porque ambos estariam utilizando a mesma frequência. Na verdade, quando o satélite recebe uma transmissão, além de alterar a frequência, promove também um incremento no sinal (*signal's power*), uma vez que este chegou fraco devido a longa distância percorrida. Esta necessidade de frequências diferentes entre os sinais *uplinks* e *downlinks* reduz a interferência, mas cria um novo problema, que é a disponibilização de várias faixas de frequências.

Com o aprimoramento tecnológico que sofreram ao longo do tempo, os satélites passaram a incorporar inúmeras outras funções. Os primeiros satélites tinham como função básica transmitir ligações telefônicas, cujos sinais se caracterizavam por serem não fortes, além de possuírem uma estreita largura de banda. Com o passar dos anos, novas funções foram sendo incorporadas, como transmissão de sinais de televisão. Por outro lado, conseguiu-se estabelecer uma taxa de transferência de dados muito mais alta. Tais avanços fizeram com que estes dispositivos ganhassem em importância, aumentando muito o seu valor comercial, além de um uso mais intenso na área militar. O que se viu então foi uma corrida dos países em desenvolvimento pressionando para garantir seu lugar no espaço orbital, antes que as grandes potências tomassem todos os lugares disponíveis.

3.2.4) GPS (*Global Positioning System*)

Uma das mais importantes aplicações dos satélites dos tipos LEO e MEO é possibilitar que usuários possam conhecer com precisão suas posições no planeta, em função das coordenadas geográficas. Mesmo em ambientes adversos, como por exemplo, em desertos, cruzando os oceanos, tal facilidade permite que usuários tracem suas rotas e programem suas viagens com um alto grau de precisão.

O GPS (*Global Positioning System*), ou Sistema de Posicionamento Global, compreende uma constelação de 24 satélites do tipo LEO, colocados em órbita pelo Departamento de Defesa dos EUA (*DoD - Department of Defense*), o qual é

responsável também pela sua manutenção e operação. Foi originalmente concebido para fins militares, mas na década de 1980, o governo americano disponibilizou o sistema também para o uso civil (Dana,1994). O GPS, também conhecido pela sigla NAVSTAR (*NAVgation Satellite with Time and Ranging*), funciona em qualquer parte do mundo e em qualquer condição de tempo, 24 horas por dia e todos os dias do ano. Não existem taxas ou assinaturas, e o uso do sistema é totalmente gratuito.

O sistema GPS é composto por três segmentos distintos (Rocha,2000). O primeiro deles, o segmento espacial, é constituído por uma constelação de 24 satélites (ver fig 3.2.e) orbitando em torno da Terra a uma altitude de aproximadamente 12.625 milhas (20.200 km), em seis diferentes órbitas, com uma inclinação, em relação ao Equador, de 55° (Rocha, 2002). Cada satélite, com uma vida útil de aproximadamente 10 anos, efetua uma volta em torno da Terra a cada 12 horas, circulando a uma velocidade em torno de 7000 milhas/hora, ou 11.200 km/h (GPSa,2003).

O segundo é o segmento de controle (ver fig 3.2.d). É responsável pelo monitoramento, geração e correções no sistema. Promove o ajuste do relógio de cada satélite, computando as informações sobre as órbitas de cada um. Existem várias estações sobre a Terra, sendo que a principal delas é a estação central (Master) situada na base da força aérea de Schriever, Colorado, EUA.

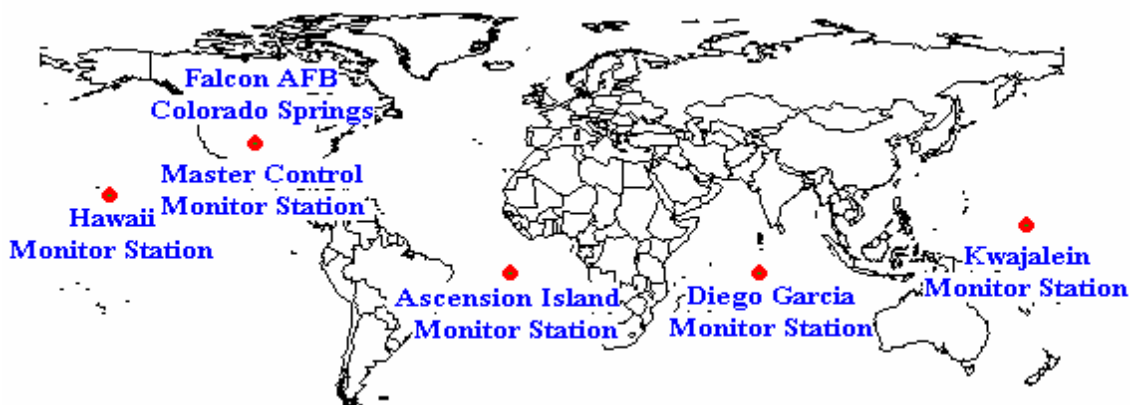


Fig 3.2.d - Rede de Monitoramento dos satélites GPS

O terceiro segmento corresponde aos usuários do sistema, através dos receptores GPS. Estes são, na verdade, microcomputadores capazes de ler dados enviados pelos satélites e processá-los de um modo muito rápido. São usados para navegação, posicionamento, cronometragem, hora, cálculo do fotoperíodo (período de tempo em que o sol está acima da linha do horizonte), e assim por diante.

O sistema foi dimensionado para se ter um mínimo de cinco satélites em vista, em qualquer lugar da Terra (GPSa,2003). Pelo menos três satélites são necessários para posicionamento em duas dimensões, ao passo que para se ter posições tridimensionais (incluindo altitude) são necessários ao mínimo quatro satélites.

Na verdade, o que um receptor GPS faz é medir a distância entre ele e cada um dos satélites, como um raio de uma esfera cujo centro é o satélite. A posição do receptor no Globo Terrestre será determinada pela interseção de três ou mais esferas.

Um sinal do satélite para o receptor, dito como um sinal GPS, contém 3 tipos de informação (GPSa,2003), assim chamados:

- ✓ código pseudo-aleatório
- ✓ dados de efeméride
- ✓ dados de almanaque

O código pseudo-aleatório consiste na identificação do satélite a partir do qual as informações estão sendo obtidas. De um modo geral, este código aparece nas telas dos receptores. Os dados de efeméride contém informações importantes sobre a situação do satélite em questão (boa ou ruim), além da data e hora da transmissão. Os dados de efeméride são transmitidos continuamente por cada satélite. Os dados de almanaque, que podem ser obtidos a partir de qualquer satélite, informam ao receptor GPS onde cada satélite deveria estar em qualquer hora ao longo do dia. Cada satélite transmite dados de almanaque, enviando informações sobre sua órbita para cada um dos demais satélites.

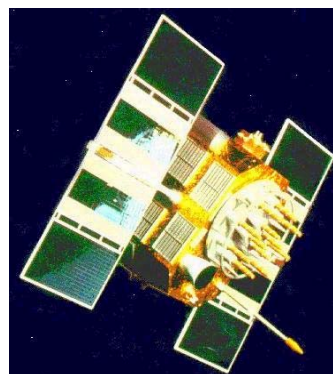


Fig.3.2.e - satélite GPS

Os satélites GPS pesam aproximadamente 900 kg e tem cinco metros de extensão com os painéis solares estendidos. Funcionam com energia solar, e possuem baterias de segurança para mantê-los em funcionamento nos nos momentos em que não houver disponibilidade desta forma de energia (GPSa,2003).

Existem dois tipos de usuários do sistema GPS, isto é, aqueles usuários do Serviço Preciso de Posicionamento (*Precise Positioning Service-PPS*) e aqueles do Serviço de Posicionamento Padrão (*Standard Positioning Service-SPS*). O primeiro grupo é formado pelas Forças Armadas dos Estados Unidos e seus aliados militares, certas agências do governo e alguns usuários civis aprovados pelo governo americano. Estes usuários utilizam receptores especiais, que fazem uso de sistemas de criptografia, de modo a impedir a leitura por receptores padrão. A precisão média prevista neste caso é a seguinte (Rocha,2002);(GPSa,2003):

precisão prevista - PPS:

- ✓ horizontalmente- 22 metros
- ✓ verticalmente- 27,7 metros
- ✓ tempo- 100 nanosegundos

Quando o sistema foi originalmente criado, os técnicos previam uma precisão de 400 metros para os usuários civis (Rocha, 2002). Testes iniciais efetuados com receptores civis evidenciaram uma precisão na faixa de 15 a 40 metros, obrigando os militares americanos, sob o pretexto da segurança nacional, a imporem um distúrbio proposital, de modo a degradar a posição dos sinais. Desta maneira, os usuários não autorizados sofriam a influência do uso da Disponibilidade Seletiva (*Selective Availability-S/A*), promovida pelo Departamento de Defesa Americano (DoD) dos EUA. O Serviço de Posicionamento Padrão (SPS), serviço disponibilizado para o uso civil, levava em consideração esta degradação intencional, a qual foi desativada em maio de 2000, equiparando o código SPS ao PPS militar. Até aquela data, porém, o sinal degradado possibilitava a seguinte faixa de precisão (Rocha,2002), (GPSa,2003):

precisão prevista - SPS

- ✓horizontalmente- 100 metros
- ✓verticalmente- 156 metros
- ✓tempo- 340 nanosegundos

Uma das primeiras informações disponíveis nos receptores GPS é conhecida como Diluição da Precisão (DoP – *Dilution of Precision*). Exprime a melhor ou pior distribuição dos satélites GPS acima da linha do horizonte, o que aumenta ou reduz a precisão das coordenadas determinadas pelo receptor GPS (Dana,1994). Através de cálculos matemáticos, são obtidos valores no intervalo entre um e dez, sendo um o melhor valor de DoP e dez o pior (Rocha,2000).

Existem algumas técnicas em tempo real utilizadas para aumentar a precisão do sistema GPS (Rocha,2000). Uma delas é conhecida pela sigla DGPS (*Differential GPS*), e consiste na utilização de receptores GPS estacionários de coordenadas conhecidas. Desta forma, é possível obter fatores de correção em função dos sinais obtidos dos satélites GPS. Quando um receptor móvel se aproxima deste receptor fixo, as condicionantes de leitura se assemelham, e desta forma pode-se ajustar as posições determinadas pelos receptores móveis com base nos receptores fixos. Esta técnica permite obter uma precisão significativamente maior (Rocha, 2002). Para usar o sinal corrigido, o usuário deve possuir um receptor diferencial e uma antena diferencial, além do receptor GPS.

Além da S/A, outros fatores também podem degradar os sinais GPS, afetando a sua precisão (GPSa,2003):

- ✓sinais com caminhos múltiplos - isto ocorre quando o sinal GPS é refletido por montanhas, prédios altos e outras construções de grande porte antes de atingir o receptor. Nestes casos, o tempo que o sinal leva do satélite até o receptor aumenta, provocando erros.
- ✓número de satélites visíveis - quanto mais satélites um receptor puder enxergar, melhor a precisão do sistema. Prédios, terrenos, interferências

eletrônicas ou uma cobertura densa de floresta podem bloquear a recepção do sinal, causando erros ou nenhuma leitura pelo receptor. Estes geralmente não funcionam em túneis, cavernas, dentro de casa ou sob outras coberturas.

- ✓ geometria dos satélites - refere-se a posição relativa dos satélites a qualquer hora. A geometria ideal é alcançada quando estão localizados em grandes ângulos uns em relação aos outros. Uma geometria ruim dos satélites ocorre quando estão em linha reta ou num grupo muito unido.
- ✓ atrasos na ionosfera e troposfera - os sinais de satélite diminuem de intensidade à medida que atravessam a atmosfera. No entanto, o sistema é capaz de calcular uma média do atraso para corrigir parcialmente este tipo de erro.

3.2.5) Sistema Glonass

O sistema Glonass (*Global Navigation Satellite System*) consiste na contrapartida soviética em relação ao sistema americano GPS. Trata-se de um sistema de navegação, composto por 21 satélites, posicionados em três órbitas distintas separadas em 120°. Cada satélite opera em uma órbita circular a 19.000 km (11.850 milhas) de altura, e cada satélite completa uma órbita em aproximadamente 11 horas e 15 minutos (GLONASSa,2003). Tal configuração permite que usuários em qualquer parte do planeta consigam identificar suas posições e velocidade em tempo real, com ajuda de receptores, os quais são capazes de interpretar os sinais enviados pelos satélites. Tanto o Glonass como o GPS utilizam procedimentos parecidos de transmissão de dados e formas de auto posicionamento.

O Glonass é gerenciado pela *Russian Space Forces* e operado *pelo Coordination Scientific Information Center (KNITs)* do Ministério da Defesa da Federação Russa (GLONASSa,2003). O controle de terra do sistema é totalmente localizado nos limites do território da antiga União Soviética. O Centro de Controle é localizado em Moscou e o sistema de telemetria em St. Petersburg, Ternepol, Eniseisk, Komsomolsk-na-Amure.

Como o GPS, o GLONASS foi inicialmente desenvolvido para fins militares. No final da década de 60, o governo russo identificou a necessidade de um sistema de navegação por satélites, em substituição ao sistema que existia na época. A finalidade principal era orientar as tropas em solo, além de um sistema de direção preciso para a orientação de mísseis. Os primeiros satélites GLONASS foram lançados ao espaço em 1982, sendo declarado oficialmente em operação em setembro de 1993 (ITSinternational-a,1999).

Atualmente o sistema opera de forma degradada, com vários satélites fora de operação (GLONASSc,2003). A falta de fundos para financiar a manutenção do sistema foi a principal dificuldade enfrentada pelo programa. Contudo o governo russo tem planos de reativar o sistema de navegação por satélite, com o lançamento dos novos satélites GLONASS-M (GLONASSb,2002). Estes novos satélites, além de permitir uma melhor performance na transmissão dos sinais, possuirão uma vida média mais longa, de sete a oito anos ao invés dos três anos hoje verificados.

3.2.6) Projeto Galileo

Um dos mais importantes projetos na área de satélites formulado pela Comunidade Européia é o denominado PROJETO GALILEO. Trata-se de prover um sistema de satélites para atendimento as mais diversas necessidades. A grande característica deste empreendimento é terminar com a hegemonia dos EUA nos serviços de posicionamento no globo terrestre. O GPS, até o momento, é o único sistema existente que permite tal facilidade. Uma das preocupações por parte dos europeus é a de que o sistema GPS possa ser paralisado, ou sofra uma degradação intencional como ocorreu no passado, antes de maio de 2000, quando a S/A foi desativada. Desta forma, a rede européia de satélites promoveria uma autonomia em relação governo americano, independente de situação de crise ou guerra.

O projeto Galileo, para o qual as estimativas de custo variam de aproximadamente 1.1 billion euros (*BBC news, 26 March, 2002*) a US\$ 3.2 billion (*ITSinternational-a, 1999*), será composto por uma rede de 30 satélites, ocupando três órbitas circulares em torno da

Terra, a uma altitude de 23.616 km (14.730 milhas). Prevê-se que esta configuração proverá uma excelente cobertura de todo o planeta. Estão previstos também a construção de dois centros de controle na Europa para gerenciamento do sistema de navegação.

O Sistema Galileo continua ainda como apenas um projeto que não saiu do papel. Divergências entre os governos no que tange a administração do empreendimento, bem como a indefinição em relação a fontes alternativas de recursos para financiamento do projeto, continuam sendo ainda os principais entraves para a concretização do mesmo.

3.2.7) Aplicações na Área de Transportes Rodoviários

O sistema GPS teve seu início no setor de transportes rodoviário como importante ferramenta no gerenciamento de frotas. O uso na área de logística foi praticado inicialmente pelas companhias transportadoras, visando otimizar os itinerários dos veículos. Vem sendo também adotado no rastreamento de veículos no sistema de transporte por ônibus em algumas grandes cidades do mundo, como forma de melhor gerenciar este meio de transporte público.

Como já visto, de forma diferente do que aconteceu na América do Norte, o sistema GPS foi trazido para o Brasil com o intuito de coibir o roubo de cargas, problema grave enfrentado pelos transportadores, e que acontece com relativa frequência em muitas regiões do país. Só mais recentemente é que o uso como ferramenta de logística tem sido observado.

A seguir são apresentadas algumas experiências referentes ao uso do GPS como sistema IAV. Uma das mais recentes aplicações é a cobrança de pedágio em rodovias. Isto tem sido verificado principalmente na Europa. Adotando-se o conceito “*pay as you drive*”, ou seja, cobrando-se em função da utilização da via, o GPS aparece como importante alternativa à tecnologia DSRC (Pickford,2004). Trata-se de veículos equipados com unidades de bordo (*OBU – on board unit*), as quais são capazes de determinar a sua localização no globo terrestre, visando precisar a distância percorrida. Estas unidades

embarcadas têm a capacidade de enviar estas informações a um centro de controle com o intuito de ativar os procedimentos de cobrança pertinentes. Ou ainda, arquivam estes dados para que os mesmos possam ser transmitidos posteriormente através INTERNET ou terminais localizados em estabelecimentos públicos.

Podem-se citar as experiências Suíça e Alemã (em fase de teste). Reino Unido estudo também a adoção de um sistema semelhante para cobrança de tarifas para veículos de carga, em função da distância percorrida.

Na Suíça (Hausler, 2000) a tarifa é cobrada apenas para veículos de carga cujo peso exceda um limite previamente definido. O valor a ser pago é função da distância percorrida, do peso da carga e da quantidade de emissão de gases do veículo. Estão também incluídos nessa categoria os trailers, rebocados por viaturas de passeio. O sistema opera da seguinte maneira. Cada veículo é equipado com uma unidade de bordo (*on-board unit* - OBU), a qual registra todas as informações relativas a viagem. A quilometragem percorrida é registrada por um tacógrafo (equipamento obrigatório para todos os veículos de carga), cuja informação é complementada por uma unidade de GPS e um sensor de movimento, de modo a certificar que não houve nenhuma violação do sinal do tacógrafo. Um transponder registra os momentos de entrada e saída do sistema viário em questão, ou seja, quando do cruzamento das fronteiras com outro país. Quando isto acontece, um sinal é enviado à unidade de bordo, e o registro da quilometragem é interrompido ou iniciado, conforme ele estiver deixando ou entrando na Suíça. De tempos em tempos, o proprietário é obrigado a declarar os registros das viagens por ele realizadas. Para isto, ele deve introduzir um *chipcard* na unidade de bordo. Os dados nela armazenados são passados para este cartão, o qual pode ser lido em qualquer computador. Os dados são então enviados via postal ou por correio eletrônico às autoridades competentes, as quais providenciarão a cobrança pertinente. Os veículos estrangeiros também estão sujeitos ao mesmo tipo de cobrança. Quando entram na Suíça, ou instalam uma unidade de bordo, como se fosse um veículo doméstico, ou recebem um cartão de identificação, o qual deve ser introduzido em um terminal (*self-service machine*), com a quilometragem registrada no odômetro do veículo. Neste caso, a prestação de contas é feita quando deixam o país. Os proprietários que possuem o cartão de identificação devem estacionar seus veículos nos postos de

fronteira e entregar o cartão à autoridade, juntamente com a quilometragem registrada. A cobrança é efetuada posteriormente, a semelhança do que acontece com os veículos domésticos.

Outra experiência foi levada a cabo em Hong Kong (Catling,I.-2001). Apesar do sucesso inegável da tecnologia do DSRC, tem sido realizados esforços na procura de novas tecnologias que possam substituir o uso dos transponders. De modo análogo, os veículos a serem cobrados devem possuir uma unidade de bordo (*In-Vehicle Unit - IVU*), o qual deve possuir capacidade para se auto-posicionar, quase sempre com auxílio de um receptor GPS. Além disto, esta unidade deve ser capaz de operar o sistema, promovendo uma cobrança em pontos previamente determinados do sistema viário. Quando esta cobrança ocorre, o sistema deduz os créditos correspondentes de um *smart card* introduzido na IVU. Ou ainda, armazena os dados para serem enviados a uma central no momento apropriado, o qual pode não corresponder aquele em que a cobrança ocorreu. O sistema de fiscalização é feito através de câmeras, que capturam as licenças dos veículos que violam o sistema. As principais vantagens deste sistema para aquele com base na tecnologia do DSRC são a flexibilidade que ele oferece e a eliminação dos impactos no entorno do local de cobrança. Para permitir a leitura dos transponders, faz-se necessário implantar antenas suspensas sobre a via, o que exige a construção ou fixação de estruturas para suportar estes dispositivos. Como consequência, tem-se uma agressividade ao meio ambiente, seja devido a intrusão visual causada, seja decorrente da alteração das condições até então prevalentes. Além do que, a não necessidade de intervenções físicas possibilita uma grande maleabilidade na definição dos pontos de cobrança, permitindo efetuar mudanças de acordo com as necessidades que surgem.

O uso de satélites como meio de identificação automática de veículos tem sido testado também em outras áreas, como o gerenciamento de frotas de ônibus urbano. Experiências neste sentido têm sido observadas em alguns países, como Inglaterra e Alemanha (Pernsttich,2000), na Itália e no USA (Georgeadis,2001). Cada veículo monitorado possui uma unidade de bordo, com um receptor GPS. Esta unidade de bordo, na verdade, é um micro computador, capaz de processar informações e acionar os procedimentos pertinentes. Este é ligado ao centro de controle através de ondas de

rádio ou telefonia celular. Além da tarefa de identificar a localização do veículo, todos os equipamentos internos, tais como roletas, dispositivos de transmissão de dados e voz, entre outros, são monitorados por esta unidade de bordo. Esta opera de forma autônoma, isto é, é capaz de requerer prioridade nas próximas interseções semaforizadas, informar a quantidade de passageiros bem como a previsão de chegada nas próximas estações, gerenciar o consumo de combustível e a programação de manutenção do veículo. A principal meta destes projetos é a qualidade do serviço oferecido. Para atrair o usuário do automóvel para o ônibus é necessário oferecer a ele diversas vantagens, de modo que seja mais compensador deixar o carro na garagem e utilizar o sistema público de transporte. Assim sendo, sistemas de informações em tempo real destinados aos passageiros (*RTPI - real time passenger information*) têm sido desenvolvidos concomitantemente ao sistema de rastreamento. Aspectos como confiabilidade e precisão das mensagens são agora mais fáceis de serem tratados. A integração entre linhas também pode ser planejada de forma mais precisa. Por outro lado, prioridade de passagem em detrimento dos demais tipos de veículos permite reduzir os atrasos e diminuir os tempos de viagem. É possível, por exemplo, alterar as repartições de verde e vermelho, ou ajustar as progressões semaforicas entre cruzamentos, de forma que a preferência seja dada aos ônibus. Como efeito secundário, permite aos operadores um gerenciamento muito mais eficaz de suas frotas.

Cabe também destacar a experiência italiana da cidade de Gênova (Picco,2004). Existe lá um sistema para o gerenciamento da frota dos ônibus urbanos em operação (*AVM- Automated Vehicle Monitoring*), com base na tecnologia GPS. Objetiva aumentar a performance do sistema, controlando a prioridade de circulação em 73 informações e proporcionando informações em tempo real aos usuários (*RTPI – Real Time Passenger Information*), além de outras funções. Como já dito, procedimentos deste tipo são comuns em várias cidades da Europa. O que destaca esta iniciativa das demais é que a partir de 2000, através um projeto denominado ZENIT, os dados obtidos dos ônibus começaram a serem usados para o monitoramento do trânsito da cidade. Utilizando-se uma base GIS (*Geographic Information System*), foram reunidas, além destes dados, outras informações oriundas do UTC (*Urban Traffic Control*), responsável pelo gerenciamento das programações semaforicas nas interseções semaforizadas, informações sobre condições operacionais (obtidas através sensores de campo), nível de

poluição atmosférica, estado dos painéis de mensagens variáveis (PMV), bem como as previsões futuras de carregamento das vias. Todos estes dados, uma vez tratados, passam a integrar um banco de informações disponíveis não apenas para os administradores dos sistemas viários e operadores e transporte coletivo, mas também para toda a sociedade. Mais recentemente, estas informações foram disponibilizadas na INTERNET, para consulta geral.

3.2.8) Precisão

Como já visto, diversos fatores podem influenciar a acuidade dos resultados fornecidos por um receptor GPS. Por outro lado, a precisão destes resultados pode ser significativamente melhorada com a utilização de técnicas especiais, sendo a mais comum o DGPS. No QUADRO 3.2.1 estão mostradas algumas pesquisas efetuadas relativas à acuidade no uso do GPS. Pode-se verificar uma considerável dispersão entre os resultados encontrados.

QUADRO 3.2.1 – PRECISÃO DO GPS e DGPS

FONTE	GPS	DGPS
(Rocha, 2002)	22 metros	até 5 metros
(Yeazel,2003)	3 m (95%)	---
www.garmin.com/aboutGPS/	15 metros (média)	3 metros (média)

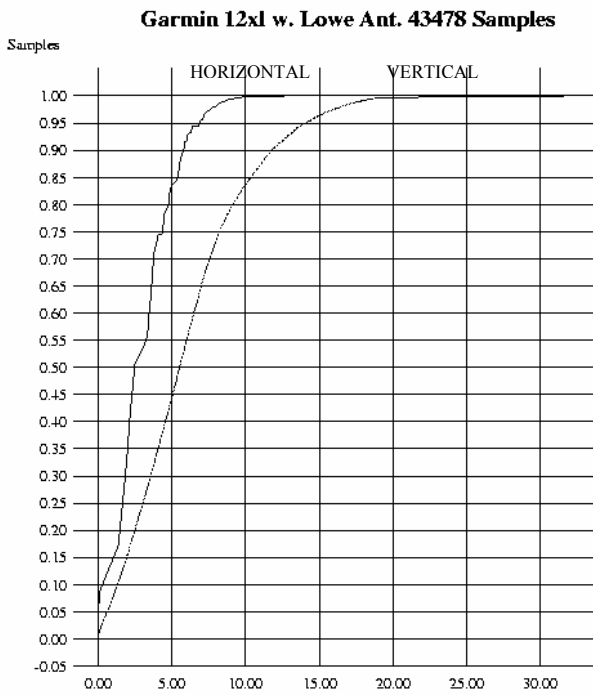
OBS: (X %) – em X % dos casos

Testes efetuados com um receptor Garmin 12XL (Milbert, 2001) conduziram aos seguintes resultados (QUADRO 3.2.2):

QUADRO 3.2.2 – TESTES COM UM RECEPTOR GARMIN 12XL

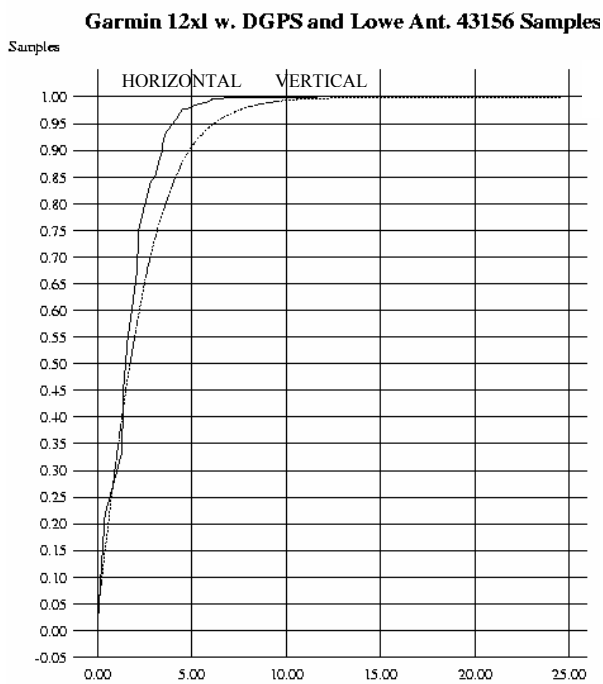
results for a month (GARMIN 12XL)		
Variável	freq acum(%)	acuidade (metros)
horizontal accuracy	50	3.9
	95	9.3
vertical accuracy	50	9.6
	95	21.9

Outros testes efetuados com um receptor Garmin 12XL (Rupprechet, 2001), com e sem DGPS, conduziram aos seguintes resultados (Fig 3.2.f):



horizontal	
Conf (%)	Acuid (metros)
50.00	2.5
68.27	3.8
95.45	7.0
99.73	9.8

vertical	
Conf (%)	Acuid (metros)
50.00	5.6
68.27	7.4
95.45	14.4
99.73	21.3



horizontal	
Conf (%)	Acuid (metros)
50.00	1.6
68.27	2.2
95.45	4.2
99.73	6.7

vertical	
Conf (%)	Acuid (metros)
50.00	1.8
68.27	2.7
95.45	6.4
99.73	12.0

Fig 3.2.f – precisão GARMIN 12xl

3.3) Telefonia Celular

3.3.1) Histórico

A história da telefonia móvel remonta a década de 40 nos Estados Unidos (Elliot,1995). Naquele tempo, o sistema adotado se assemelhava mais uma estação de rádio, usando uma transmissora que atingia uma área de alguns quilômetros de diâmetro no entorno da região metropolitana. Era um sistema bastante limitado, pela pouca disponibilidade de canais de comunicação que oferecia. Como consequência, existia uma demanda muitíssimo superior à oferta. Em 1947, engenheiros dos Laboratórios Bell descobriram então que se eles reduzissem bastante a potência dos transmissores, de modo que eles cobrissem apenas uma pequena área, eles poderiam atender a muito mais pessoas, porque poderiam reutilizar as frequências em outras áreas. Este conceito, da divisão de uma área maior em sub-áreas, as quais ficaram conhecidas como células, permitiu aumentar muito a capacidade do sistema. Por outro lado, os engenheiros também perceberam que o sistema permitia uma grande flexibilidade em função da demanda. Em zonas urbanas, onde a densidade demográfica é maior, eles poderiam utilizar células menores, ao contrário das zonas rurais, onde existem menos pessoas por unidade de área. E mais, possibilitava também ajustar o sistema ao crescimento da demanda. No começo, quando os clientes ainda não eram numerosos, os tamanhos das células poderiam ser maiores. A medida que novos usuários fossem sendo incorporados ao sistema, promovendo uma saturação de algumas células, estas poderiam ser subdivididas em células menores, permitindo um ganho de capacidade para o sistema. Apesar do conceito de subdivisão de células em novas células menores funcionar na teoria, na prática observou-se que existe um limite para isto, com o risco de promover uma degradação de todo o sistema (ver fig 3.3.a).

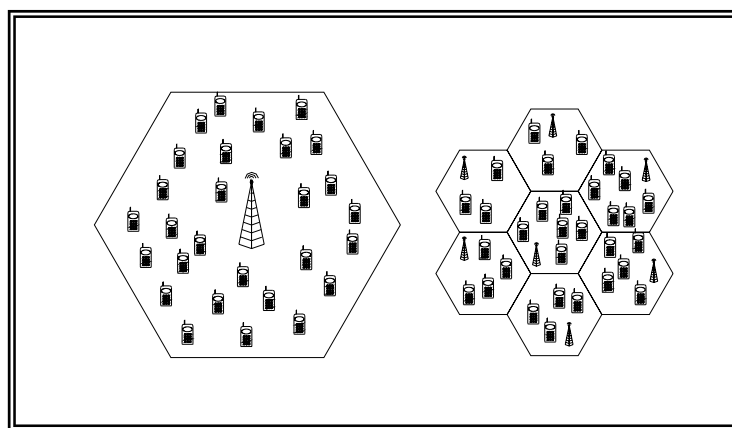


Fig. 3.3.a – conceito da subdivisão em células

Se este conceito de subdivisão das áreas, ou células, possibilitava um grande ganho de capacidade trazia, por outro lado, outras dificuldades que os engenheiros deveriam solucionar. Uma delas era mudança de células durante um procedimento de comunicação. Ou seja, durante uma conversação, quando o aparelho móvel se aproximava dos limites de uma célula, o sistema deveria ser capaz de identificar qual célula adjacente estaria mais adequada para receber a comunicação em curso, e proceder a transferência sem causar qualquer interrupção na chamada. Uma segunda dificuldade era a utilização de frequências diferentes entre células próximas, de modo que a chamada feita em uma célula não causasse interferência nas chamadas das células vizinhas. Cabe ainda destacar que a comunicação entre o receptor e a estação base (antena) e vice-versa, deveriam também possuir frequências diferentes para não causarem interferências entre si.

Apesar do conceito de telefonia celular ser bastante antigo, apenas nos fins da década de 70 e meados dos anos 80 é que foram implantados os primeiros sistemas comerciais. Bibliografias (Elliot,1995) apontam o FCC (*Federal Communication Commission*), órgão americano incumbido de regulamentar os serviços de telecomunicação no país, como responsável por este atraso, pois seus representantes estavam muito mais preocupados em atender os sistemas de televisão e rádio. No fim dos anos 60, o FCC reconsiderou suas posições, aumentando a alocação de frequências para a telefonia móvel. Assim sendo, o primeiro sistema comercial foi implantado nos EUA no início da década de 80, sendo que em 1979 um sistema semelhante já tinha sido colocado em operação na cidade de Tóquio, no Japão, pela NTT (*Nippon Telephone & Telegraph*). Eram os sistemas analógicos, identificados como de primeira geração. Após esta fase, surgiram os sistemas conhecidos como de segunda geração, digitais, tais como o TMDA, o GSM e o CDMA.

3.3.2) Estrutura do sistema

Independentemente de pequenas variações que podem ocorrer, um sistema de telefonia celular é constituído, basicamente, pelos seguintes componentes (Rodrigues,2000):

- ✓ estação móvel, conhecido também como *handset*
- ✓ estações rádio base (antenas)
- ✓ central de comutação móvel (MSC)

Além destes, pode-se citar também a Rede de Telefonia Pública Comutada (PSTN), a qual permite a comunicação entre os usuários de um sistema de telefonia móvel com os demais sistemas integrantes, seja eles móveis ou fixos. A figura 3.3.b ilustra a estrutura de um sistema de telefonia móvel.

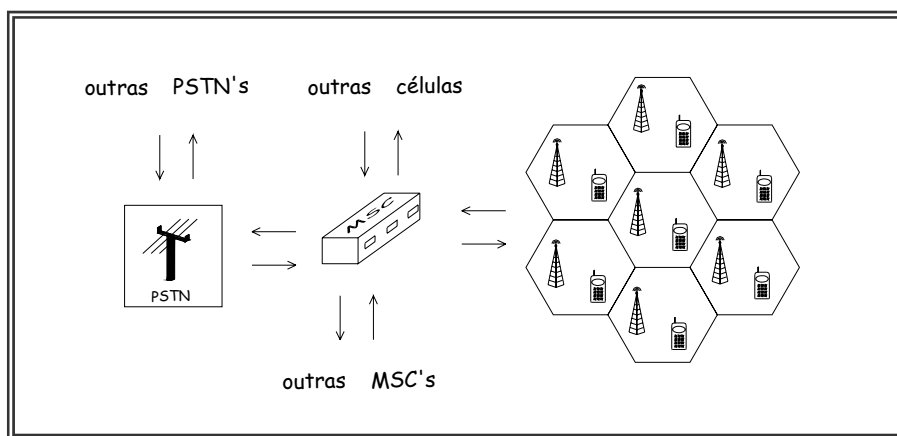


Fig. 3.3.b – estrutura do sistema de telefonia móvel

A estação móvel é aquela operada pelo usuário. Trata-se de um transmissor/receptor portátil de voz e dados, projetado para efetuar a comunicação com as Estações Rádio Base (ERB's). Opera em modo full-duplex, isto é, possuindo um caminho de ida e volta da estação base, que são os *link's* reverso (móvel para base) e direto (base para móvel), como ilustrado na fig 3.3.c. Além dos procedimentos de conversação, a comunicação entre móvel e base envolve outros procedimentos de sinalização e controle, como por exemplo um pedido do móvel para acessar um canal para iniciar uma chamada, um registro de um móvel na área de serviço atual (MSC), ou ainda um pedido de alocação de um canal para o móvel, oriunda da Estação Rádio Base (ERB). As estações móveis estão sistematicamente se ajustando às células pelas quais atravessam, sejam em relação ao nível de potência para garantir um nível de conversação adequado, seja em relação aos canais de frequência alocados para aquela célula. Quando o usuário deseja iniciar uma chamada, a estação móvel solicita a estação base um canal de comunicação,

constituído por uma faixa (*range*) de frequência por onde ocorre o processo de conversação. Ao contrário, quando uma chamada é realizada para um móvel, a estação base aloca um canal de frequência para o móvel de modo que a chamada seja completada.

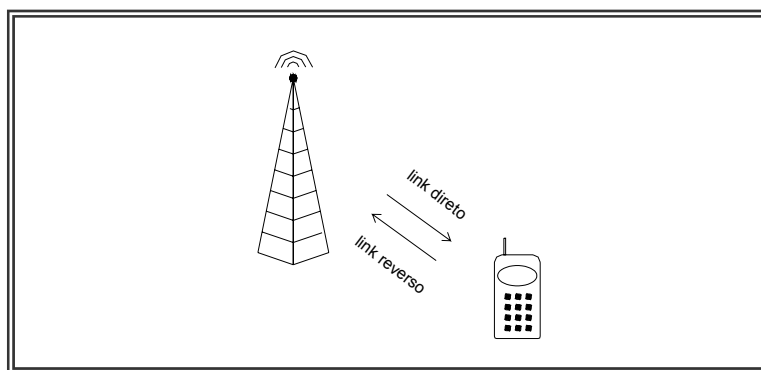


Fig. 3.3.c – fluxo de comunicação entre estação base e estação móvel

As estações rádio base, geralmente implantadas sobre altas antenas, são responsáveis pela realização das chamadas oriundas ou destinadas para as estações móveis. Constituem-se no elo de ligação entre estes e o resto do sistema. São ligadas à central de comutação móvel (MSC), e são responsáveis pela monitoração das chamadas. A alocação de canais para as estações móveis, bem como a monitoração dos sinais emitidos, também é de responsabilidade das estações base. Os canais de comunicação utilizados entre os móveis e a base podem ser divididos em dois grupos. O primeiro, e em maior número, são os canais de voz, pelos quais ocorre a conversação. O segundo grupo é constituído pelos canais de controle. Por estes passam todas as informações necessárias para o estabelecimento de uma chamada, bem como da situação atual do sistema. Canais de voz podem ser digitais ou analógicos, dependendo do sistema, mas os canais de controle são sempre digitais.

A Central de Comutação Móvel (MSC) é responsável pelo monitoramento de todas as células, bem como com a interligação destas com outras MSC's e com a Rede de Telefonia Pública (PSTN). É o centro de controle do sistema. Dentre suas atribuições, pode-se destacar:

- ✓ gerência e controle das estações base e conexões
- ✓ interligação com a PSTN
- ✓ registro dos assinantes locais
- ✓ registro dos assinantes visitantes
- ✓ suporte a conexão entre sistemas
- ✓ suporte as funções relativas aos procedimentos de tarifação

Uma MSC pode ser responsável por uma grande área metropolitana ou por um grupo de pequenas cidades vizinhas. A quantidade de células a serem monitoradas varia de acordo com a demanda existente e condicionantes ambientais. A área servida por uma MSC é denominada área de serviço, e o assinante vinculado a esta área é conhecido ASSINANTE LOCAL. Quando este assinante está em outra MSC que não seja a sua, ele é conhecido como ASSINANTE VISITANTE (*ROAMER*).

Um dos problemas que os engenheiros que trabalhavam com os primeiros sistemas deveriam resolver era a mudança de células enquanto um processo de conversação estivesse em curso por uma estação móvel. Esta mudança deveria ser feita sem causar qualquer interrupção ou falha no procedimento de comunicação, de modo que se realizasse de forma imperceptível para o usuário.

A resposta para este problema, a qual ficou conhecida como um procedimento de *hand-off*, exigiu a implantação de sofisticadas técnicas computacionais (Elliot,1995). Na verdade, o que se faz é medir constantemente os sinais emitidos por um móvel e, quando estes se tornam fracos em relação à estação base atual, o sistema deve procurar qual a célula adjacente mais adequada para receber a nova chamada. O sistema deve monitorar os sinais durante algum tempo, de modo a confirmar que o enfraquecimento dos mesmos não está acontecendo por alguma impedância momentânea, mas sim porque o usuário está realmente se afastando da estação base. O estabelecimento do nível de potência correto para iniciar um procedimento de *hand-off* é também de crucial importância. Níveis mais altos exigirão procedimentos de *hand-off* desnecessários, enquanto níveis muito baixos poderão acarretar a queda da chamada (Rodrigues,2000).

Nos sistemas celulares analógicos de primeira geração, os procedimentos de *hand-off* eram gerenciados pela MSC (Central de Comutação Móvel). Ela era responsável pela monitoração de todos os links reversos de voz (móvel para base), para assim determinar a posição de cada um de seus usuários em relação à estação base em toda a sua área de cobertura (Rodrigues,2000). Todos estes procedimentos exigiam uma robustez muito grande dos sistemas implantadas na MSC, de modo a garantir a boa performance do sistema. Nos sistemas de segunda geração, os procedimentos de *hand-off* são realizados pelas estações móveis, aliviando as MSC's. Cada móvel monitora o nível de sinal recebido das estações base adjacentes e reporta estas medições para a estação base que o serve no momento. Quando a potência recebida de uma estação base vizinha começa a exceder a potência recebida pela estação base que o serve durante algum tempo, um processo de *hand-off* é então iniciado. Todo o processo de *hand-off* não leva mais que frações de segundo para ser totalmente concluído. Caso alguma falha na comunicação ocorra, esta acontece tão rapidamente que é imperceptível para o ouvido humano.

Muitas pesquisas têm sido realizadas em relação aos procedimentos de *hand-off*. Nas áreas urbanas, nas quais as células possuem dimensões menores, uma conversação poderá exigir vários procedimentos de *hand-off*, dependendo da velocidade de deslocamento do móvel (usuários em automóvel, por exemplo). Já no caso de pedestres, por exemplo, a probabilidade de ocorrência de um processo de *hand-off* é infinitamente menor.

3.3.3) Sistemas Existentes

i) AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*)

O primeiro sistema de telefonia celular, desenvolvido pela AT&T, foi o AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*), e entrou em operação em outubro de 1983. Alguns anos antes, a NTT (*Nippon Telephone & Telegraph*) havia se antecipado, implantando um sistema semelhante ao AMPS na cidade de Tóquio, no Japão. O AMPS era caracterizado por ser um sistema analógico, com os canais de voz operando em modo

analógico, e os canais de controle operando de forma digital. O acesso à canalização era obtido por meio de FDMA (*Frequency Division Multiple Access*).

Os sistemas analógicos de primeira geração possuíam uma capacidade muito limitada, o que forçou o surgimento do sistema de telefonia de segunda geração, tais como TMDA, CDMA e GSM (Rodrigues,2000).

ii) TDMA (*Time Division Multiple Access*)

A segunda geração dos sistemas de telefonia móvel é marcada pelo surgimento do TDMA (*Time Division Multiple Access*), a qual surgiu sob a sigla DAMPS, ou *DIGITAL AMPS*. O aprimoramento da tecnologia fez com que a capacidade de atendimento fosse, inicialmente, aumentada em três vezes, decorrente do compartilhamento do mesmo canal por até três chamadas, através de um processo de divisão do tempo pelas três chamadas (Tude,2003).

Os sistemas AMPS e TMDA apresentavam a mesma arquitetura básica, facilitando a migração de um sistema para outro. Enquanto no AMPS uma única chamada utilizava um par de frequência (transmissão e recepção), no TMDA este mesmo par podia ser utilizado por até três chamadas simultâneas.

iii) CDMA (*Code Division Multiple Access*)

O CDMA (*Code Division Multiple Access*) é uma tecnologia que utiliza espalhamento espectral (*Spread Spectrum*) como meio de acesso de modo que vários usuários compartilhem uma mesma banda de frequências. Foi desenvolvida em grande parte pela empresa americana Qualcomm (Tude,2003).

O CDMA possui a mesma estrutura básica dos demais sistemas de telefonia móvel. A grande diferença é o modo como são transmitidos os dados. As bandas do CDMA são divididas em canais de RF, onde cada canal consiste de um par de frequências (transmissão e recepção) com 1,25Mhz cada banda. Diferente dos demais sistemas, os vários canais de comunicação compartilham da mesma banda de frequências. As

conversações são distinguidas pela utilização de códigos diferentes para cada um dos terminais. A informação é extraída destes canais conhecendo-se a chave específica com a qual cada canal é codificado. A fig 3.3.d ilustra o que foi apresentado anteriormente.

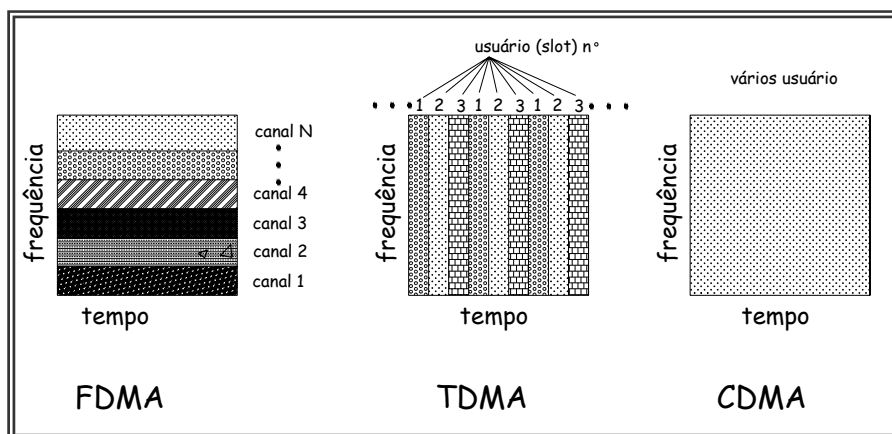


Fig. 3.3.d – tipos de sistemas

3.3.4) GSM (*Global System for Mobile Communication*)

Na Europa, a primeira geração de celulares era uma confusão total, pois era constituída por diversos sistemas diferentes que não interagiam entre si. Havia o TACS (*Total Access Communications Systems*), utilizado no Reino Unido, Itália, Áustria, Espanha e Irlanda, o C-450 adotado na Alemanha e Portugal, o Radiocom 2000 na França, e assim por diante. Na tentativa de se obter um sistema único, visando inclusive a integração dos países europeus através da comunidade europeia, surgiu o GSM (*Global System for Mobile Communication*). Teve como grande incentivo o fato de nascer como um sistema aberto. Ou seja, os dispositivos poderiam ser produzidos por vários fabricantes diferentes, mantendo uma competitividade saudável que beneficiava os consumidores através de políticas de preços mais condizentes.

O GSM é o sistema mais utilizado em todo o mundo. Foi inicialmente concebido para operar na faixa de frequência de 900 Mhz, mas teve posteriormente uma versão adaptada para as faixas de 1800 Mhz e 1900 Mhz. As bandas do GSM são divididas em canais de RF, onde cada canal consiste de um par de frequências (transmissão e recepção) com 200 Khz de banda cada. A comunicação é feita através TMDA (*Time*

Division Multiple Access), nos quais o acesso é dividido no tempo em oito intervalos, permitindo o compartilhamento do canal por até oito chamadas. As informações dos usuários (voz e dados) e os dados de controle de sinalização são transmitidos em dois tipos básicos de canais, isto é, canal de tráfego e canal de controle. (Tude,2003)

No GSM a estação móvel, a qual consiste no terminal utilizado pelo assinante, deve ser carregada com um cartão inteligente (*smart card*) para poder operar. Este cartão, conhecido como SIM CARD (*Subscriber Identity Module*) ou Módulo de Identidade do Assinante, possui uma identificação única no mundo através do número do chip e é recebido quando o usuário se cadastra junto a uma operadora. Sem este cartão, o terminal é incapaz de operar. Este cartão de identificação armazena, entre outras informações, um número de identificação do assinante. Por sua vez, o terminal também é caracterizado por um número de identificação atribuído pelo fabricante.

A principal característica do SIM Card é permitir o usuário utilizar outros terminais, sem necessidade de qualquer tipo de habilitação por parte da operadora. Basta ele inserir seu SIMCard no novo terminal e começar a operá-lo. Isto é muito útil, por exemplo, na troca de um aparelho por um modelo mais novo, ou nas viagens internacionais, quando se pode utilizar o mesmo móvel do país de origem.

3.3.5) SIM-CARD (*Subscriber Identity Module*)

O SIM-CARD é um microcomputador inserido dentro do aparelho celular. Além do chip, possui memórias EEPROM, RAM e ROM, dispositivos de I/O (entrada e saída), e sistema operacional. Existem diversos modelos, variando basicamente a quantidade de memória disponível para os aplicativos (Schreiber,2003).

O SIM-CARD traz uma maior segurança para o cliente e para a operadora. Quando ligado, o usuário deve inserir sua senha pessoal (*PIN – Personal Identification Number*), de modo a habilitar o seu aparelho para uso. Caso a senha seja inserida de modo incorreto um certo número de vezes, o SIM-CARD é automaticamente bloqueado, e o

desbloqueio só poderá se dar com o uso de uma segunda senha disponibilizada ao usuário.

Além do aspecto segurança, o SIM-CARD possibilita agregar várias outras funções ao uso do aparelho celular, devido aos recursos implantados. Serviços de informação de trânsito, previsão de tempo, entretenimento (cinema, rádio, teatro, entre outros), reservas de vôos são apenas alguns exemplos. Por outro lado, as atualizações no SIM-CARD podem ser feitas por meio da rede, através de procedimentos de *download* a partir da operadora, promovendo assim um uso muito mais funcional do dispositivo.

O grande trunfo do sistema GSM é que ele nasceu como um sistema aberto. As configurações e procedimentos seguem padrões de especificação definidos pelo *European Telecommunication Standard Institute* (ETSI) juntamente com 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) (Schreiber,2003). No passado era muito comum a utilização de soluções proprietárias, o que não mais reflete a tendência do mercado. A utilização de linguagens universais e a padronização das especificações permitem que se possa obter uma maior diversificação de fornecedores, utilizando produtos de diferentes fabricantes, e trazendo como consequência inúmeras vantagens para operadores e usuários. O primeiro cartão foi lançado em 1985 pela operadora móvel celular alemã Netz C, sendo simplesmente um cartão magnético. Suas principais funções (Schreiber *et al*, 2003) era a mobilidade da assinatura e o aumento da segurança pela retirada do cartão. Em 1985, houve a assinatura do acordo entre alguns países europeus objetivando o desenvolvimento do GSM para uso de um novo padrão digital. Em 1988 o cartão magnético foi substituído pelo *smart-card*, e em 1992 a primeira rede GSM foi lançada.

3.3.6) Considerações Gerais Sobre os Sistemas

Após a implantação dos sistemas de segunda geração TMDA e CDMA, o AMPS passou a ser utilizado como uma alternativa complementar a cobertura destes sistemas, devido a sua extensa área de cobertura. Como os terminais destes sistemas são duais (TDMA/AMPS e CDMA/AMPS), o AMPS passou a se constituir em uma boa opção para atendimento aos usuários visitantes (*roamers*). Quando o serviço digital não está

disponível, o terminal passa operar em modo analógico (AMPS). Por exemplo, quando um assinante utilizando o modo CDMA, viaja para outra região na qual o padrão seja TMDA, utilizará o serviço no modo AMPS. Isto é possível pela própria filosofia de implantação dos sistemas de segunda geração observada nos EUA e adotada pelo Brasil, na qual se optou por adotarem-se sistemas híbridos visando garantir uma migração suave do sistema mais antigo para o mais novo. Já usuários do GSM, sistema incompatível com o AMPS, tiveram que esperar, ao menos aqui no Brasil, que a rede de cobertura se expandisse para obter o serviço de *roaming* em todo o território nacional (Di Rocha,2003).

Por outro lado, o GSM é o sistema mais utilizado mundialmente. Dentre todos os usuários de tecnologias digitais, a grande maioria faz uso de um sistema GSM, como pode ser visto no gráfico apresentado na figura 3.3.e.

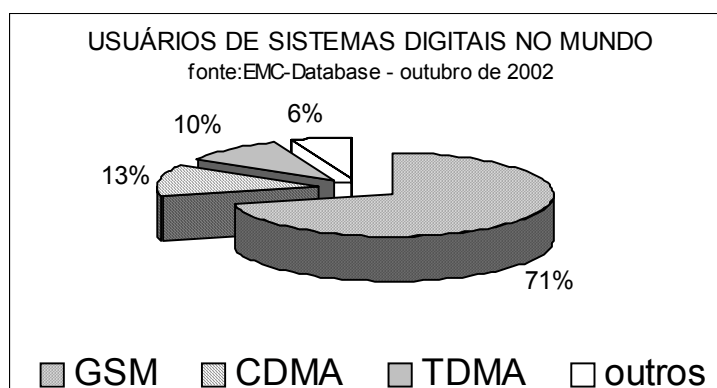


Fig. 3.3.e – participação de cada sistema ao redor do mundo

3.3.7) Serviços de Auto Posicionamento

Existem várias técnicas de auto localização utilizando o sistema de telefonia celular. Estas técnicas surgiram em consequência de dois fatores básicos. O primeiro deles diz respeito às exigências do FCC (*Federal Communication Commission*), órgão americano responsável pelo gerenciamento das telecomunicações nos EUA. O segundo fator que contribuiu para o aparecimento das soluções de auto posicionamento é o potencial de negócios que tal facilidade representa. Estimativas preliminares mostram que até 2007 o mercado de localização deve atingir a marca dos \$3,5 bilhões (Zurstrassen, 2003).

O extraordinário crescimento dos usuários de telefonia celular nos EUA fez com que muito destes utilizassem seus aparelhos para pedir algum tipo de socorro pelo telefone 911, número utilizado para acionar os PSAP's (*Public Safety Answering Points*). Ocorre que, diferentemente do que acontece com os telefones da rede fixa, muitas vezes era difícil precisar a real posição do usuário em dificuldades, até mesmo porque muitas vezes este também não sabia. Para resolver este problema, o FCC estipulou datas limites para que as companhias de telefonia móvel pudessem se adequar para precisar também a localização de seus clientes (Zurstrassen, 2003). Na fase I do *Mandate 9-1-1*, como ficou conhecido o programa, a exigência se restringiu ao conhecimento da célula que estivesse atendendo ao usuário. Já na fase II, será exigido que as coordenadas para localização do usuário sejam determinadas de forma bem mais precisa, entre 50 a 100 metros na maioria dos casos. O cumprimento da fase II deve ocorrer até 2005, data limite fixada pelo órgão americano.

A identificação da célula (*Cell-Id*) na qual o móvel se encontra é inerente ao sistema utilizado, uma vez que cada MSC possui os registros de todos os usuários que nela se encontram, sejam eles assinantes locais ou visitantes. A precisão na determinação da localização do aparelho celular depende do tamanho da célula, isto é, pode variar desde os quinhentos metros até a mais de dez quilômetros, dependendo do ambiente (rural ou urbano). Contudo, alguns recursos podem ser utilizados para minimizar este problema da precisão. A introdução de setorização da célula, usualmente com 120°, delimita o setor da célula no qual o móvel se encontra. Por outro lado, o sistema GSM possui o método conhecido como "*Timing Advance*", através do qual é medido o tempo de percurso de um sinal entre estação rádio base – terminal móvel – estação rádio base. Desta forma, se ganha mais um nível de precisão na determinação do terminal móvel. Um outro recurso para aumentar a precisão é aquele conhecido como E-CGI

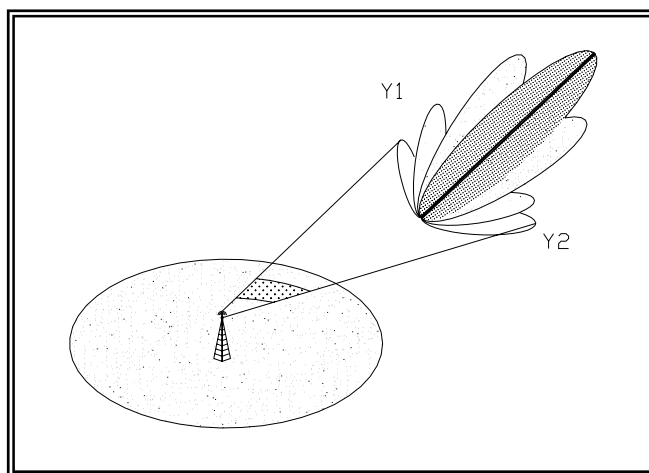


Fig. 3.3.f – E-CGI, Timing-Advanced, antena setorizada

(*Enhanced-Cell Global Identity*). Em todos os sistemas, os terminais móveis realizam medições visando o controle automático de potência, com vistas à tomada de decisão sobre realizar ou não um procedimento de *handover* (Lima,2003). Para um determinado nível de potência de sinal medido no terminal móvel, está associado um ganho de potência da antena, o que indica o ângulo do aparelho celular em relação ao eixo central da antena, como mostrado na figura 3.3.f.

Deixando de lado as questões de segurança, preocupação principal do FCC, prevê-se que o grande *boom* aconteça no segmento das operações comerciais. Os usuários possuirão um alto valor agregado, e os anunciantes terão um canal de comunicação extremamente poderoso, de acordo com o público alvo. Especialistas prevêem que o mercado atingirá um potencial de mais de US\$ 8 bilhões/ano aproximadamente quatro anos após a data estipulada pelo governo americano.

O FCC estipulou as exigências, mas não a forma como estas deveriam ser atendidas. Com isto surgiram várias soluções diferentes, contribuindo para não apenas manter os preços competitivos, mas também favorecendo o aparecimento de um maior número de fornecedores, promovendo uma competição saudável no mercado.

As soluções que apareceram podem ser classificadas em soluções baseadas nos aparelhos (*handset-based*), baseadas na rede (*network-based*), ou híbridas, conjugando um pouco das duas (Zurstrassen, 2003). Diz-se que a solução é baseada no aparelho celular quando este é inteiramente responsável pela determinação de sua localização. Tal solução tem como inconveniente acarretar custos para os usuários, pois seus aparelhos devem sofrer um processo de *up-grade*, com a inserção de novos componentes. E como existem diversos sistemas operando (GSM, CDMA, TDMA), as soluções devem se desenvolver para cada um deles, tornando-se mais um fator complicador. Já na solução de rede, o processo de localização é inteiramente realizado pelos sistemas da operadora, dispensando os usuários de terem que realizar gastos para adequarem seus *handsets*. No entanto, torna-se necessário efetuar investimentos na rede existente, com a implantação de novos dispositivos que realizem a tarefa de determinação da localização dos usuários. Evidentemente, no primeiro caso, as operadoras podem subsidiar fortemente seus clientes, uma vez que não terão que

realizar investimentos para adequarem suas redes. O problema dos custos para os usuários não é, portanto, tão crucial, e a escolha da melhor solução deve contemplar outras questões.

Nas soluções baseadas no aparelho, este é o responsável por conhecer sua localização. O modo mais comum é inserir no dispositivo um receptor GPS. Assim deste modo, quando necessário, o aparelho do usuário determina a sua posição geográfica a partir dos sinais dos satélites, e a envia a um centro de controle ou de atendimento de emergências, através da chamada feita pelo usuário para este centro. Este modo tem como desvantagem o longo tempo de processamento do receptor GPS, característico desta tecnologia. Deste modo, foi desenvolvida uma outra solução, conhecida como *Assisted-GPS*. Neste sistema, as funções de auto-posicionamento são divididas entre os *handset's* e o sistema da operadora. Este tem como atribuição obter dados dos satélites GPS visando identificar quais os mais adequados para a determinação da localização. Esta informação é repassada ao *handset*, que termina a operação. Esta solução acarreta substancial economia de tempo, e de recursos, uma vez que o *up-grade* nos *handsets* não precisa ser mais tão complexo. Além do que possibilita a utilização em muitos ambientes internos, o que é impossível com o sistema GPS convencional.

Nas soluções de rede, a tarefa de determinar a localização do aparelho de telefonia móvel é totalmente efetuada pelo sistema da operadora. Basicamente, existem duas formas de se identificar as coordenadas de um usuário do sistema (ver fig 3.3.g). A primeira delas é conhecida como *Angle of Arrival* (AoA). Consiste em ler os sinais enviados pelo aparelho móvel, e efetuar medições para determinação do ângulo do celular em relação a antena. Com a medição em relação a duas antenas, é possível identificar a localização do usuário. A segunda forma é conhecida como *Time Difference of Arrival* (TDoA). Esta técnica consiste em medir o tempo de chegada dos sinais de um *handset* em células diferentes. Admitindo-se que o sinal trafega a uma velocidade constante igual a da luz (300.000 km/s), a diferença de tempo de chegada a um par de antenas permite que sejam traçadas posições hiperbólicas representativas das possíveis posições em que pode estar o aparelho móvel. A medida de uma terceira célula possibilita traçar uma nova hipérbole, e a interseção entre as duas indicará a posição do usuário. Os sinais obtidos pelas células são enviados ao MSC (*Mobile*

Telephone Switching Center). Quando um ou mais sinais de um determinado usuário chega a central, sua posição é então definida, e seus dados são repassados a uma central de atendimento ou um provedor de serviço.

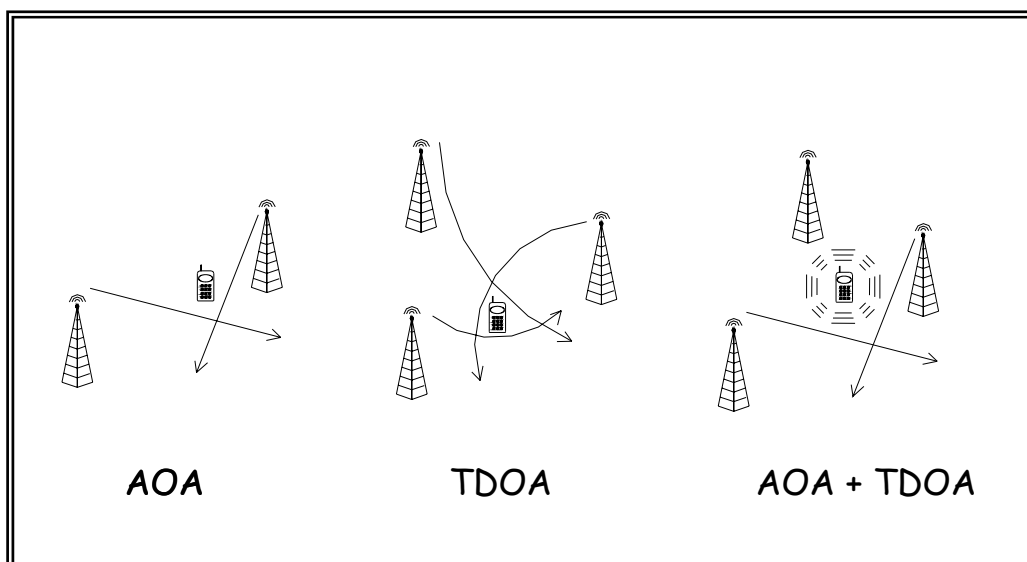


Fig. 3.3.g – soluções baseadas em rede (*network based solutions*)

No método E-OTD (*Enhanced Observed Time Difference*), o qual foi desenvolvido para aplicação GSM, é requerida uma participação maior dos terminais móveis no cálculo do tempo de propagação dos sinais, exigindo para isto uma funcionalidade extra destes dispositivos (Lima,2003). Este método apresenta uma boa precisão em áreas urbanas, nas quais as células possuem dimensões menores. Apesar de acarretar um custo adicional para os aparelhos celulares, promove por outro lado uma grande economia associada à implantação de equipamentos para a captura dos sinais enviados pelos móveis.

Todas estas técnicas *network-based* podem exigir a instalação de uma complexa estrutura de antenas para efetuarem as medições, acarretando a implantação de melhorias em relação ao sistema existente. De um modo geral, nas áreas rurais a determinação da localização do móvel pode sofrer degradações devido às extensas áreas de coberturas, tornando difícil operar com várias antenas. A seguir é apresentado o QUADRO 3.3.1, mostrando uma comparação entre os diversos métodos.

QUADRO 3.3.1 - Comparação entre os Diferentes Métodos de Localização

PARAM.	Cell Id (<i>Cell identification</i>)	TOA (Time of arrival)		GPS (<i>Global Positioning System</i>)	
		TDOA	E-OTD	GPS	A-GPS
Precisão média em ambiente urbano *	50 ~ 500m (microcélulas) 500m ~ 5Km (macrocélulas)	250m	75m	55m (urbano) 20m(suburbano) 10m (rural)	55m (urbano) 20m(suburbano) 10m (rural)
Performance em ambiente:					
indoor	Razoável	Boa	Boa	Não	Razoável
urbano	Razoável	Boa	Boa	Boa	Boa
suburbano	Razoável	Boa	Boa	Excelente	Excelente
rural	Fraca	Fraca	Fraca	Excelente	Excelente
Necessidade de terminais especiais	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Custo	Menor custo de implementação	Necessidade de pesados investimentos na rede e em servidores	Necessidade de investimentos na rede, servidores e terminais	Necessidade de investimentos em terminais e processamento na rede	Necessidade de investimentos em terminais e processamento na rede
Obs.	Precisão dependente do tamanho da célula	Precisão vulnerável à carga de tráfego da rede	Dependente de grande densidade de BTS's	Não tem cobertura indoor e sofre severas limitações com multipercursos e obstáculos (prédios)	Restrições à cobertura indoor

A precisão varia muito dependendo da densidade das células, ambiente de cobertura e configuração da rede.
Fonte: Eduardo Nascimento Lima – www.teleco.com.br - 2003

3.3.8 Aplicações de LBS (*Location Based Services*)

Apesar da preocupação com a segurança dos usuários, razão que levou o FCC a obrigar as operadoras de telefonia celular a determinar a localização das chamadas de seus clientes quando isto for necessário, espera-se que o grande uso do mercado de LBS (*Location Based Services*) seja o comercial. Ou seja, determinados serviços que são cobrados dos usuários além da conta normal. Seja, por exemplo, serviços conhecidos como páginas amarelas (*yellow pages*). Algum cliente circulando por uma cidade estranha para ele, precisa de informações sobre hotéis, restaurantes, oficinas mecânicas, magazines e outros. Ele inicia uma chamada para a sua companhia de telefonia móvel. Esta é capaz de identificar o local onde está seu cliente, e fornecer as informações

relativas aos estabelecimentos existentes na área de entorno na qual ele está. A companhia é capaz de rastreá-lo, mesmo que ele esteja circulando pelas ruas da cidade de carro, por exemplo, alterando sistematicamente as informações em função disto. As informações podem ser acompanhadas de mapas, de modo a orientá-lo até seu destino final.



Fig. 3.3.h LBS
yellow pages

Uma outra aplicação a ser muito usada é o localizador de pessoas (*buddy finder*). Um sistema de LBS permitirá que clientes achem seus amigos em uma região de bares, que pais saibam por onde andam seus filhos, patrões tenham conhecimento do roteiro de seus empregados, e assim por diante. Evidentemente, existem regras de privacidade, as quais devem ser seguidas. Assim sendo, é necessário o consentimento do assinante para que o mesmo possa ser inserido no sistema naquele momento. Um outro segmento a ser beneficiado é o mercado publicitário. De forma parecida daquela descrita para a aplicação de páginas amarelas, o cliente pode receber propagandas de lojas e magazines quando ingressar em área de comércio ou em um shopping center, por exemplo. Neste caso, as mensagens de propaganda tenderão a ser bem mais eficientes porque serão seletivas, de acordo com o perfil do usuário, diferentemente do que acontece, por exemplo, com as mensagens veiculadas pela televisão, impossíveis de serem direcionadas somente para um público específico. Um cliente com grande interesse por lojas de roupas receberá publicidade sobre lojas de roupas, para outros com interesse em jóias, serão enviadas propagandas sobre lojas de jóias, e assim por diante. Estas são apenas algumas das aplicações previstas, pois o potencial previsto para o mercado de LBS é realmente enorme.

3.3.9) Aplicações da Telefonia Celular na Área de Transportes Rodoviários

O uso do telefone celular na área de transporte tem se tornado cada vez mais expressiva. O potencial de aplicação desta tecnologia a torna um dos mais importantes instrumentos na operação dos sistemas de transporte. O telefone celular pode ser utilizado, como

ferramenta de ITS (*Intelligent Transportation System*), de duas formas distintas. Primeiramente, como meio de comunicação. A sua utilização, desta maneira, já está bastante difundida, atendendo as mais diversas funções. Podem-se citar como exemplos:

- ✓ informações aos viajantes sobre as condições operacionais das vias, bem como sobre a escala de horário de trens, ônibus e outros modais.
- ✓ gerenciamento de incidentes, como forma de detecção de ocorrências. O difundido uso do celular faz com que os próprios usuários da via contactem os administradores de rodovias para comunicar algum evento anormal.
- ✓ transmissão de dados veículo-centro de controle-veículo. Em algumas cidades, sistemas GPRS (*General Packet Radio Service*) estão sendo usados como forma de transmissão de dados entre o ônibus e o operador do sistema. Com base no GSM, ao invés de ocupar uma largura de banda durante toda a chamada, o GPRS está sempre on-line, mas somente ocupa efetivamente um canal de comunicação quando há dados a serem transmitidos (Karlsson,2000).
- ✓ gerenciamento da demanda, favorecendo o transporte solidário
- ✓ operação de estacionamentos

A segunda maneira de esta tecnologia servir como ferramenta de ITS corresponde aos serviços de auto-localização (*LBS – Location Based Service*). Este é um campo inteiramente novo, somente trabalhado há um poucos anos. Contudo, apesar de se tratar de algo novo, onde pesquisas ainda estão acontecendo de modo a atender não apenas as exigências do FCC em 2005, mas também as necessidades de mercado, algumas experiências na área de transportes rodoviários já estão acontecendo. A primeira delas, que surge como consequência natural do mercado de LBS, é o atendimento a vítimas de pane mecânica e acidentes de trânsito. Ao discar para o número correspondente aos serviços de resgate, é possível conhecer na central de atendimento a localização da chamada, agilizando a ativação dos procedimentos pertinentes. Tal facilidade é muito útil, por exemplo, em uma estrada, na qual os usuários muitas vezes não sabem onde estão, qual o quilômetro correspondente, nem conseguem oferecer qualquer outra

referência para orientação das equipes de atendimento. Outras experiências também estão em curso. O governo finlandês, através do *Finnish Technical Research Center* implantou um sistema de avaliação das condições de tráfego em Helsinque, a partir dos sinais enviados pelos celulares dos motoristas que trafegam pela rede viária (LBS-a,2003). Medindo o tempo que levam para percorrer dois pontos conhecidos, é possível determinar a velocidade média, e obter um diagnóstico das condições operacionais. Esta informação é então disponibilizada em um website, o qual pode ser acessado também por um aparelho celular. De modo a garantir a privacidade dos usuários, o governo associou códigos aos sinais dos assinantes. Esta aplicação já está em curso em vários países. Independente da forma como é obtida as informações de campo, clientes de várias operadoras de telefonia móvel já tem disponibilizados nos provedores de suas respectivas companhias informações sobre trânsito e meios de transporte público.

Não são apenas as condições de tráfego que podem ser monitoradas por um sistema de rastreamento dos sinais de telefones móveis. Segundo matéria publicada pelo New York Times em 04/06/2003, um inventor israelense de nome David Myr patenteou um sistema de controle de tráfego por área, no qual não é obedecida qualquer programação pré-definida. Os planos semafóricos são determinados em tempo real (a exemplo do SCOOT), a partir de dados de campo. Estes dados são baseados no rastreamento dos sinais dos aparelhos celulares dos motoristas que circulam no sistema viário. Assim sendo, é possível obter carregamentos na via, velocidade média nos *link's*, tamanhos de fila, atrasos em interseções, entre outros (LBS-b,2003). Tal proposta, apesar de ambiciosa, mostra o potencial deste mercado, principalmente ao considerar que hoje em dia, quase ninguém sai de casa sem o seu telefone celular. Uma outra aplicação refere-se ao fornecimento de informações de navegação, conhecida como direcionamento de rotas, ou "*route guidance*". Atualmente, os dispositivos que permitem informar aos motoristas as melhores rotas a serem seguidas são baseados em soluções embarcadas nos veículos, isto é, consistem de unidades acopladas ao veículo, com um receptor de GPS em seu interior. O motorista deve informar o seu ponto de destino. A partir de então, a unidade embarcada é capaz de montar o trajeto mais conveniente, com base em um mapa digital da região. Sistemas mais sofisticados mantêm uma comunicação com uma central de controle de tráfego, de modo a conhecer as condições operacionais das vias, e deste modo evitar aquelas nas quais estas condições estão mais deterioradas.

Com a disponibilidade de sistemas de LBS a partir dos sistemas de telefonia móvel, este quadro tende a mudar bastante. As informações sobre o melhor trajeto são agora fornecidas pelo provedor da operadora através do aparelho de telefone celular. Assim sendo, o usuário pode tirar proveito desta facilidade quando estiver dirigindo, ou mesmo quando estiver se deslocando a pé. Por outro lado, não se precisa mais instalar unidades embarcadas nos veículos, quanto muito algum dispositivo onde as informações obtidas pelo *handset* possam ser retransmitidas para o usuário de uma forma mais amigável e que não interfira na direção do veículo. A necessidade de se trocar os CD's digitais contendo os mapas do sistema viário quando se viaja para outros locais, ou mesmo a exigência de atualizá-los sempre que houver modificações importantes no sistema viário, também não existe mais. Isto porque todo o processamento é concentrado no provedor de serviço, o qual se encarregará de encontrar a melhor rota, considerando diversas informações, inclusive as condições de trânsito.

Agências governamentais analisam maneiras de substituir o tradicional imposto sobre combustível por outras formas de taxação mais justas socialmente. Uma delas é conhecida como "*pay-as-you-drive*". Consiste em rastrear cada veículo de modo a determinar o quanto cada um circula, e então proceder a taxação de acordo com a distância percorrida. Assim sendo, a taxação poderia levar em consideração vários aspectos, como o tipo de via percorrida, renda do usuário, finalidade da viagem, o que hoje não é possível cobrando-se o imposto na hora do abastecimento. Cabe lembrar aqui, como exemplo, as experiências Alemã e Suíça, entre vários outros países europeus que planejam também a cobrança de pedágio através do rastreamento do veículo.

Além das aplicações já vistas, pode-se também citar a de monitoramento das frotas de veículos, seja por questões de logística, seja por questões de segurança. Isto permite atualizar roteiros, em função das condições operacionais vigentes, ou averiguar possíveis desvios de rota, não programados e inesperados. O planejamento da distribuição de cargas pode também ser mais bem efetuado com o uso de LBS. A posição geográfica de cada veículo pode ser visualizada através um mapa digital, com os respectivos destinos. Desta forma, os procedimentos de alocação das cargas podem ser desempenhados de maneira mais eficiente, evitando a circulação de caminhões vazios retornando para suas origens.

3.4) Reconhecimento Ótico de Caracteres (OCR)

3.4.1) Introdução

Um dos sentidos mais importantes do homem é a visão. Ela permite, através das cores e da análise espacial em três dimensões, reconhecer rapidamente e de forma bastante detalhada as alterações que ocorrem no ambiente. Este reconhecimento em tempo real do que esta acontecendo ao redor possibilita um entendimento das transformações que ocorrem, e com base nestes entendimentos é possível assumir determinadas posturas ou realizar procedimentos específicos de modo a reagir com aquela nova situação, da forma mais apropriada e adequada. Este ato de enxergar, reconhecer, entender e tomar a decisão correta é continuamente efetuado enquanto está-se acordado. As pessoas nem se dão conta do que fazem de tão natural que é.

O estudo da visão computadorizada, ou *computer vision*, como é mais conhecido, tem por objetivo passar para as máquinas exatamente estas propriedades do ser humano de interpretar as imagens, para então poder tomar as decisões pertinentes. Os primeiros estudos tiveram início nos fins da década de 50 e início da década de 60 (Bebis, 2003) e se expandiram rapidamente por todo o mundo, graças principalmente ao desenvolvimento tecnológico observado na área da eletrônica, especialmente no que concerne aos processadores e capacidade de memória, possibilitando o uso de computadores cada vez mais possantes.

Computer vision está muito ligado a um outro campo da ciência, que ganhou em importância nos últimos tempos, conhecido como Inteligência Artificial, ou *Artificial Intelligence (AI)*. Este termo foi usado pela primeira vez em 1956 por McCarthy, e tenta materializar o eterno sonho da criação de um cérebro eletrônico pelo homem (Osório, 1999).

Mas o que significa Inteligência Artificial? Artificial é fácil de se compreender, exprime algo que foi criado pela mão do homem, isto é, não foi produzido de maneira natural, entendendo-se a natureza como o ecossistema em que se vive. Mas sobre inteligência?

Muitos autores apresentam definições sobre este vocábulo, tentando associá-lo a capacidade de aprender e de conceber que os seres vivos possuem. Cabe destacar aqui a definição de seres inteligentes, para distinguir o homem do animal. Será que um cachorro não é capaz de reconhecer o seu dono, e tomar uma postura diferente em relação a ele quando comparada com aquela que ele assumiria diante de um estranho? O que dizer de outras raças que conseguem associar o seu itinerário a sua fonte de alimentação? Assim sendo, qual seria a melhor definição para inteligência?

Uma das mais interessantes definições foi apresentada por Osório (1999), a qual é baseada no seguinte ditado popular:

"errar é humano, mas repetir o erro é burrice" [a]

Tomando-se como a burrice o contrário da inteligência, tem-se então que a melhor definição para esta é "*APRENDER E EVOLUIR COM A CORREÇÃO DOS SEUS ERROS*". Desta forma, conclui-se que o aprendizado está intrinsecamente ligado ao conceito de inteligência.

Mais uma vez, o que significa o vocábulo aprendizado? Muitos autores já apresentaram suas definições, e todas elas convergem para um mesmo ponto. Aprendizado consiste na capacidade de se adequar, de modificar o seu comportamento, baseado principalmente nas experiências vividas. Com base nos *inputs* observados, é possível avaliar as sistemáticas existentes, e aperfeiçoá-las, de modo a responder melhor ao ambiente externo. Isto é conhecido como evolução.

A seguir estão apresentados, segundo Osório (1999), os principais aspectos afetos a capacidade de aprendizagem, com algumas observações sobre o que foi colocado pelo autor:

- ✓ adaptação- é a mudança tendo em vista a necessidade de se evoluir. Um sistema, seja biológico ou artificial, que não é capaz de evoluir não pode ser considerado como inteligente, e tem poucas chances de sobreviver.

- ✓ correção dos erros- com base nas experiências infrutíferas ou catastróficas do passado, muda-se de comportamento de modo a evitar que se repitam no futuro, para não mais sofrer as mesmas conseqüências indesejáveis.

- ✓ otimização- não apenas as experiências que não deram certo devem ser tratadas. Aquelas bem sucedidas também devem ser objeto de avaliação, objetivando realizar as tarefas de uma forma mais otimizada, promovendo economia de tempo e recursos.

- ✓ interação com o meio- os *inputs* adquiridos e as experiências realizadas são sempre associados ao ambiente. A maneira de se interagir com ele é fundamental para uma correta percepção destes *inputs*, além de possibilitar atuar com mais eficiência.

- ✓ representação do conhecimento adquirido- o processo de aprendizado ocorre com base nas experiências vividas. É necessário, portanto, que haja um grande banco de dados deste conhecimento adquirido, de forma que possam ser explorados da maneira mais conveniente. Um dos aspectos mais importantes deste banco de dados é a forma como é construído, isto é, as informações a serem guardadas e as formas de acesso a elas. Não se pode guardar tudo, nem de qualquer maneira, pois isto exigiria grandes recursos, além de influenciar na velocidade de operação do sistema.

Atualmente as pesquisas referentes ao campo da Inteligência Artificial enfocam, sobretudo, os estudos concernentes às redes neurais, conhecidas assim porque tentam reproduzir o funcionamento do cérebro humano através de seus neurônios. Mas os primeiros estudos nesta área, ditos como estudos clássicos, tratavam sobre os métodos e conceitos básicos da Inteligência Artificial Simbólica. Os estudos clássicos relativos à Inteligência Artificial apareceram nas décadas de 70 e 80 pelo surgimento dos sistemas ditos especialistas. Eram sistemas desenvolvidos para realizar especialmente uma única tarefa, e nesta época as pesquisas se direcionavam muito para os jogos, com especial ênfase no xadrez. Cabe lembrar a derrota do maior jogador de xadrez do mundo, Kasparov, para o *Deep Blue* da IBM (Osório,1999). Mas não se pode dizer que o

computador fosse mais inteligente que o melhor jogador de xadrez. Na verdade, o que fizeram foi criar um enorme banco de dados, envolvendo um grande número de combinações possíveis de jogadas, e sobretudo, com as principais estratégias observadas nas partidas mais recentemente disputadas por Kasparov. Mas, na verdade, o *Deep Blue* não passava de uma grande máquina de calcular, só que velocíssima. Todos os seus ensinamentos lhe foram repassados pelos programadores encarregados. Onde estava então a sua capacidade de aprendizado?

De fato, os sistemas de IA de primeira geração possuíam uma limitação preocupante, a qual consistia na impossibilidade do aprendizado autônomo. A aquisição de conhecimentos não era automática e dependia do especialista ou engenheiro para que novos conhecimentos fossem incorporados aos sistemas. Estas limitações foram parcialmente superadas com o surgimento dos sistemas de segunda geração, relativos ao aprendizado simbólico. Alguns algoritmos foram desenvolvidos para este fim, mas sempre restritos a determinados cenários. A imprecisão das informações obtidas, seja pelo aspecto contraditório, seja pela imprecisão na obtenção dos dados, caracterizavam as principais restrições ao uso dos sistemas.

Alguns pesquisadores, na busca de novas formas de sistemas inteligentes artificiais, se orientaram em pesquisas que reproduzissem mais fielmente o funcionamento do cérebro humano. Esta nova corrente de pesquisa procurava reproduzir os neurônios como elementos básicos de novas arquiteturas de máquinas inteligentes, mudando radicalmente o enfoque em relação às pesquisas conduzidas em relação aos sistemas clássicos de IA.

Como o cérebro humano, constituído por neurônios interligados pelas respectivas sinapses, uma rede neural artificial (RNA), também conhecida como rede conexionista, é constituída por unidades elementares de processamento de informações, conhecidas como neurônios artificiais, fortemente conectados pelas chamadas ligações sinápticas, ou pesos sinápticos. Este conjunto de elementos compõe uma RNA.

As alterações promovidas nos pesos sinápticos e, por conseguinte, na estrutura de conexão entre os neurônios artificiais, são responsáveis pelas alterações no

comportamento de ativação da rede. Em outras palavras, o que permite estabelecer estruturas comportamentais diferentes é exatamente o peso que cada ligação sináptica assume, estabelecendo uma nova configuração de rede.

As redes neurais apresentam uma grande diversidade em termos de arquitetura e outras características (Osório, 1999). Uma delas diz respeito ao modo pelo qual se modifica o comportamento de uma rede, e é conhecida como regra de aprendizado. Pode ser:

- ✓aprendizado supervisionado - o usuário dispõe de um padrão comportamental, o qual deve ser ensinado a rede. Esta deve ser capaz de medir as diferenças entre seu comportamento atual e aquele de referência, objetivando convergir para este último.

- ✓aprendizado semi-supervisionado - o usuário dispõe de indicações imprecisas sobre o comportamento final desejado. Ou seja, é possível obter informações qualitativas (sucesso ou insucesso), mas não é possível medir quantitativamente o erro.

- ✓aprendizado não-supervisionado - os pesos da rede são alterados segundo critérios internos estabelecidos pelo próprio sistema, tais como, por exemplo, a repetição de padrões de ativação em paralelo de vários neurônios artificiais.

As RNA's podem ainda ser classificadas como de estrutura estática ou dinâmica. A rede tem sua estrutura definida como estática quando ela é totalmente definida antes do aprendizado. A quantidade de neurônios, bem como suas conexões não se modifica durante o processo de aprendizado. As únicas alterações são por conta das conexões, os quais sofrem modificações durante a fase de treinamento da rede.

As redes com estrutura dinâmica, por outro lado, sofrem alterações nas quantidades de unidades, bem como nas conexões entre neurônios durante a fase de aprendizado. Estas redes, também conhecidas como ontogênicas, podem ser do tipo generativo (incremental) ou do tipo destrutivo (degenerativo). Enquanto no primeiro tipo se

começa com uma rede pequena, a qual vai se expandindo com a realização do treinamento, no segundo tipo acontece exatamente ao contrário. A discussão sobre qual tipo de estrutura dinâmica é a melhor é ainda objeto de discussões no meio científico.

As áreas de aplicação são as mais variadas possíveis. Pode-se destacar algumas, sem no entanto varrer todas as possibilidades possíveis. Na medicina, nas cadeias de produção do segmento industrial, nos sistemas de vigilância e supervisão, na identificação pessoal, na classificação de caracteres, e assim por diante.

3.4.2) Reconhecimento das Placas de Veículos (*LPR – Licence Plate Recognition*)

3.4.2.1) O que consiste

Sistemas para Reconhecimento de Placas de Veículos são sistemas eletrônicos que identificam os veículos pela leitura de suas placas, através de procedimentos de captura e processamento das imagens dos veículos. Este sistema parte do princípio que cada veículo já possui uma identificação à vista dos observadores, que são as suas placas dianteira e traseira. Desta forma, não é necessário instalar no veículo qualquer componente eletrônico com vistas a identificação automática do mesmo.

Esta tecnologia aplicada a identificação de veículos teve início nas décadas de 80/90, e desde então tem-se difundido muito em todos os continentes, graças ao desenvolvimento tecnológico da eletrônica, que permitiu

obter sistemas cada vez mais eficazes. Na área de transportes (ver fig 3.4.a) também é conhecida por outros nomes, como por exemplo:



Fig 3.4.a – sistema LPR

- ✓CPR – *Car Plate Recognition*
- ✓ANPR – *Automatic Number Plate Recognition*
- ✓CPR – *Car Plate Reader*
- ✓OCR – *Optical Character Recognition for cars*
- ✓ALPR – *Automatic License Plate Recognition*

3.4.2.2) Como funciona

Esta tecnologia envolve o uso de câmeras de vídeo ou fotográficas, com uma resolução maior do que aquelas que são usadas comumente no monitoramento do trânsito. Estas câmeras são estrategicamente posicionadas, de modo a capturar a licença do veículo por trás e/ou pela frente do mesmo. Estas câmeras podem ser de vídeo, com funcionamento contínuo, ou fotográficas, as quais são acionadas quando da presença de algum veículo.

Além das câmeras, outros acessórios são também necessários. Iluminação noturna, no caso de não se utilizar câmeras de infravermelho, proteção da câmera contra intempéries e atos de vandalismo, e um processador objetivando o tratamento dado ao veículo, após a identificação da placa. Procedimentos de consulta a um banco de dados local, ou de transferência da placa para uma central de controle são necessários neste caso.

O procedimento de reconhecimento das placas de veículos envolve quatro etapas básicas, quais são:

i) Detecção de um veículo.

As câmeras são posicionadas de forma a obter um bom ângulo do veículo, ou seja, de maneira que seja possível obter um campo de visão apropriado da placa, visando o reconhecimento dos caracteres da mesma. Todo o procedimento começa quando um veículo penetra no campo de visão da câmara. De algum modo, então, é necessário acionar o sistema. Em alguns destes, existem sensores em pista que detectam a presença do veículo, e enviam um sinal a câmera para que algumas fotos sejam tiradas do veículo em questão.

Em outros sistemas mais sofisticados, que fazem uso de uma câmera de vídeo, a presença do veículo é detectada pelo próprio sistema, sem auxílio de sensores externos (CitySync's,2003). Quando o veículo entra no campo de visão da câmara, o mesmo é detectado por meio da análise das imagens capturadas, através da alteração dos padrões de iluminação, como mostrado na fig 3.4.b.



Fig 3.4.b – detecção do veículo pelo processamento da imagem CitySync's

ii) Identificação da região da placa

Uma vez acionado o sistema, fotografias são capturadas para efetuar o processamento. Nesta fase o sistema procura alguma imagem dentro da fotografia que possa indicar a existência de caracteres, o que indicaria a ocorrência de uma placa. Diferentes algoritmos com este intuito foram desenvolvidos por diversos fabricantes.

Quando regiões potencialmente viáveis são identificadas, o sistema passa então a avaliar mais detalhadamente cada uma delas, de modo a perceber uma seqüência de caracteres que obedecem a um determinado padrão, e assim caracterizar uma licença veicular. Deste modo são traçadas projeções horizontais e verticais da versão “binarizada” da imagem capturada, como mostrado na figura 3.4.c.

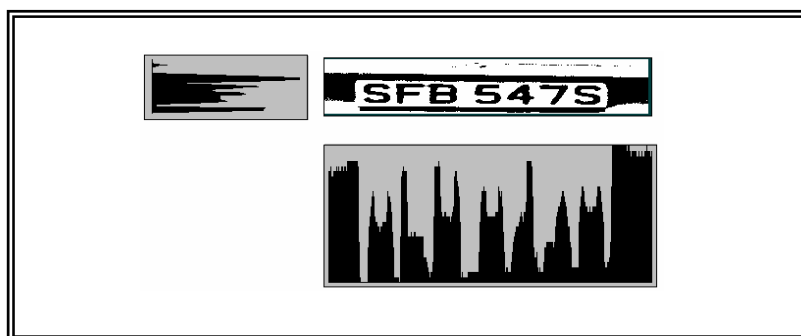


Fig 3.4.c – localização precisa da região da placa

Uma vez obtida esta seqüência de caracteres, estes são isolados para poderem ser reconhecidos, como descrito na próxima etapa.

iii) Reconhecimento dos caracteres da placa

Uma vez isolados os caracteres da placa, a nova etapa consiste em identificá-los, ou utilizando uma terminologia mais comum, em classificá-los. Este é o coração do sistema, isto é, o módulo mais importante (Rossetti,2001). Basicamente, existem três maneiras de se fazer isto, cada uma delas envolvendo algoritmos distintos:

- ✓ Combinação de formas, ou *template matching*, como é mais conhecida. Consiste em combinar o caracter lido com um conjunto de padrões pré-definidos, de modo a verificar em qual se encaixa. Assim sendo, o caracter “A” isolado da placa, por exemplo, é combinado com várias formas diferentes, até encontrar uma que se adequa. Este método é muito sensível as variações de formato, tamanho e fonte dos caracteres, proporcionando então resultados indesejáveis.

- ✓ Análise estrutural, utilizando uma árvore de decisões para cada grupo de caracteres. Esta técnica é menos suscetível a variações de formato, ângulo e tamanho. Toma-se, como exemplo, os caracteres B, D, 6 e 9. Características destes números podem ser usadas para distingui-los. Poderia ser a quantidade de loops e a sua posição. Dois loops indicariam a presença da letra B, enquanto um único loop conduziria às demais possibilidades. O ramo seguinte pesquisaria a posição do loop. Deste modo, se o loop fosse central, poderia ser a letra D. Se o loop estivesse na parte de baixo, indicaria o algarismo 6, e se estivesse na região superior conduziria ao algarismo 9.

- ✓ Redes neurais, as quais são treinadas, ao invés de serem programadas. Enquanto estão aprendendo, elas são capazes de elaborar modelos matemáticos que simulam as características de cada caracter. Deste modo, elas são muito mais resistentes a ruídos (captura pobre da imagem), ângulos de captura da imagem, fontes, tamanhos e outras condições. Exigem, no entanto, um pesado investimento quando novas modificações são efetuadas no sistema em vigor.

O sucesso no cumprimento desta etapa conduzirá a identificação da placa e, por conseguinte, do veículo, imaginando-se que este último está associado de maneira única à placa processada.

iv) Avaliação da consistência da licença veicular

Uma vez identificados os caracteres das placas, a maioria dos sistemas efetuam um teste de consistência, objetivando avaliar a eficácia da operação. Estes testes são baseados em padrões préestabelecidos. Por exemplo, as placas brasileiras possuem sete caracteres, sendo os três primeiros alfabéticos, e os seguintes numéricos. Portanto, qualquer combinação diferente levaria a conclusão de que houve uma interpretação errada.

A Fig 3.4.d mostra o fluxograma correspondentes as etapas apresentadas, tomando-se como exemplo uma placa de identificação constituída por sete caracteres.

5.4.2.3) Fatores que influenciam a eficácia do sistema

Alguns fatores podem influenciar a operação do sistema, degradando a eficiência do mesmo. Neste caso, placas de veículos podem não serem detectadas, ou ainda, serem identificadas de maneira errada, fazendo com que procedimentos inadequados sejam tomados ou, ao contrário, que sejam omitidos. A seguir são apresentados alguns exemplos, inclusive contemplando experiências em outros países, demonstrando que muitos dos problemas são comuns a vários países.

Segundo Nelson (2003), estes fatores são:

i) velocidade do veículo

Quanto maior for a velocidade de operação da via, mais rápido o sistema deverá trabalhar, de modo a não perder placas que entram no campo de visão da câmera. Estudos apontam que 1 (um) segundo por veículo é tempo suficiente para processar todos os veículos, mesmo nas condições de fluxo mais intenso.

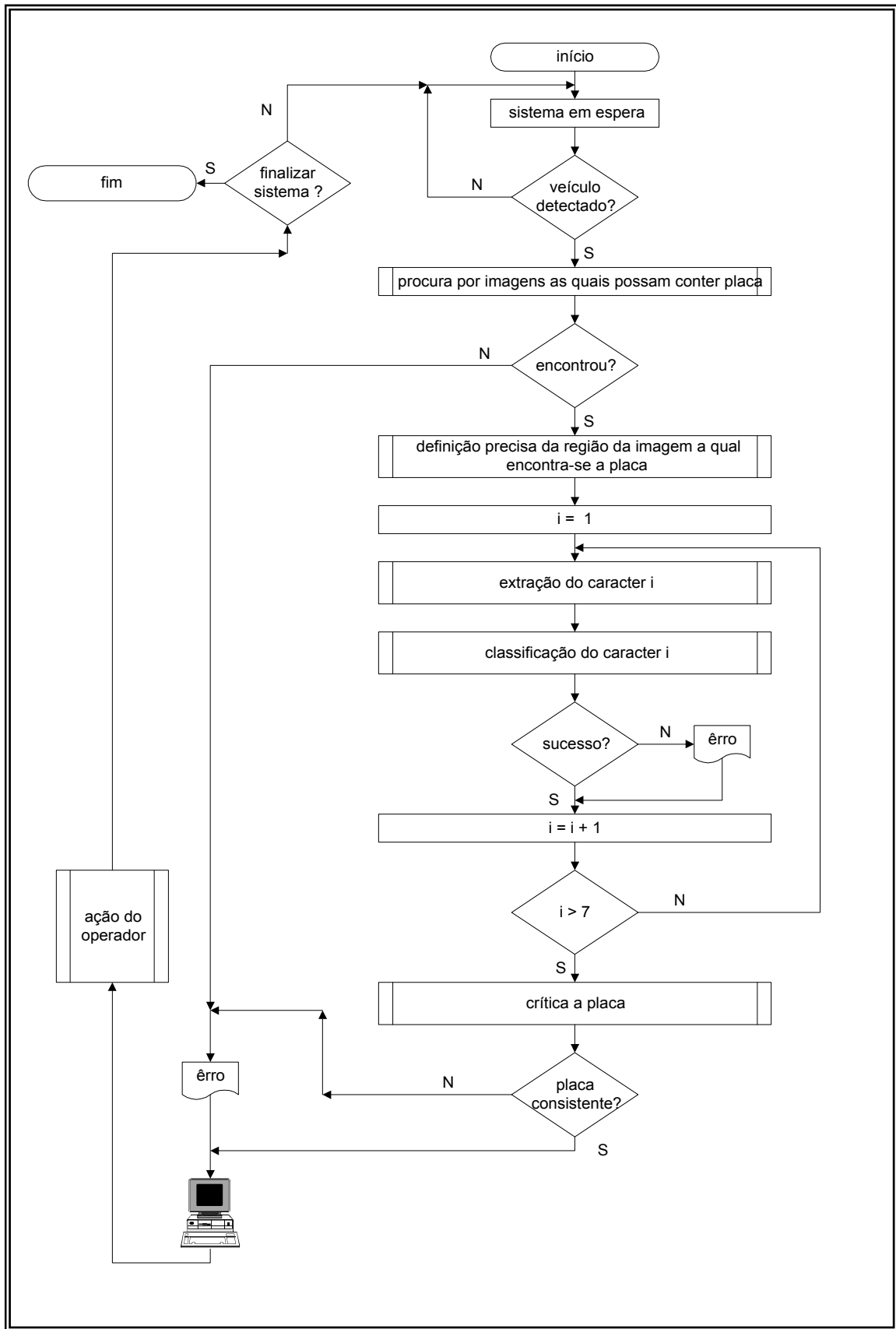


Fig 3.4.d – fluxograma mostrando os procedimentos ligados a um sistema LPR

ii) fluxo de veículos

Condições de tráfego intenso influenciam na eficiência do sistema, já que os gap's (distância entre os pára-choques traseiro e dianteiro) entre veículos tendem a ser cada vez menores. Assim deste modo, as várias capturas para cada veículo devem se dar em intervalos de tempo muito reduzidos, assim como o processamento da imagem, de modo que o produto final não seja prejudicado.

iii) iluminação do ambiente (dia, noite, sol, sombra)

As condições de iluminação do ambiente é um outro fator que pode influenciar a operação do sistema. As condições de iluminação devem atender aos diferentes períodos do dia. Por isso, a maioria dos equipamentos utiliza iluminação de infravermelho para os períodos noturnos. Mesmo durante o dia, à luz do sol, as condições ambientais devem ser tais que possíveis regiões de sombras nas licenças dos veículos não representem obstáculos à operação do sistema (ver fig 3.4.e).



Fig. 3.4.e – regiões de sombra nas licenças dos veículos

iv) condições climáticas

A ocorrência de neblina e de chuvas fortes pode comprometer o processamento da imagem, por formar uma cortina ou nuvem entre a câmera e a placa, a qual interferirá na nitidez da imagem capturada. Por outro lado, a formação de poças na pista pode prejudicar os procedimentos de detecção de veículos, nos sistemas nos quais este procedimento não ocorre através sensores instalados em pista. Pistas molhadas também

contribuem para a formação de sujeira nas placas veiculares, prejudicando a sua interpretação.

v) tipo de veículo (passeio, caminhões)

A composição do tráfego de veículos é outra variável que deve ser muito bem analisada. Para as fotos visando capturar a licença traseira, o tempo de exposição dos veículos é função não apenas da velocidade, mas também do comprimento. Veículos mais lentos e maiores terão um tempo de exposição significativamente maior do que aquele referente aos veículos leves e mais velozes.

vi) montagem do equipamento de captura (placa traseira, ou dianteira, ou ambas)

A posição do equipamento em relação à pista é também fator de preocupação na instalação do sistema. O ângulo de visão da câmera deve ser tal que possa capturar as imagens completamente, mesmo no caso de placas mal fixadas ou amassadas, as quais apresentam uma inclinação diferente, seja no plano vertical quanto no plano horizontal. Geralmente, quanto mais larga a pista, maior quantidade de testes devem ser realizados para validar o sistema.

vii) diversidade de placas de veículos (formato de caracteres, pintura de placas)

Como já visto alguns sistemas tentam identificar o carácter comparando-o com padrões já estabelecidos. Uma grande variação nos tipos de fontes pode acarretar problemas, devido a grande quantidade de comparações a ser feita. Outra dificuldade que pode aparecer diz respeito ao uso de placas com inscrições e cores além dos caracteres de identificação (ver fig 3.4.f). Este procedimento, contudo, não é permitido no Brasil.

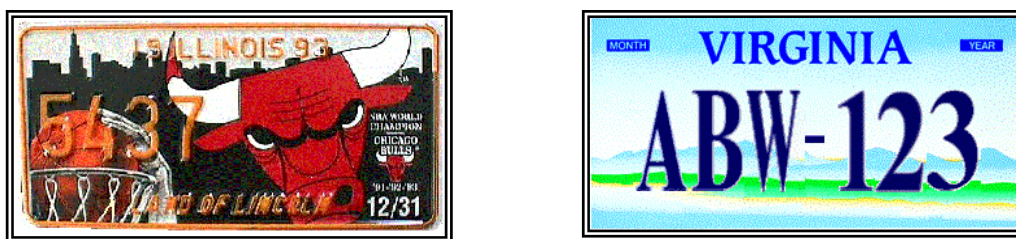


Fig 3.4.f – placas personalizadas

viii) distância entre câmera e placa do veículo

Grandes distâncias entre a placa do veículo e a câmera exigem resoluções maiores, de modo a garantir um padrão de qualidade que seja suficiente para o processamento da imagem. Câmeras muito próximas nem sempre podem ser utilizadas, por questões operacionais.

ix) estado da placa no veículo

O estado da placa está diretamente relacionado com a eficiência do sistema. Placas em mau estado, enferrujadas, com caracteres apagados muitas vezes são impossíveis de serem reconhecidas, até mesmo pelo olho humano. Outro fator que pode interferir é a fixação da placa no veículo. Os sistemas procuram por tipos de imagem dentro da foto que tenham possibilidade de representarem uma seqüência de caracteres (ver fig 3.4.g).

De um modo geral, os sistemas traçam projeções horizontais e verticais de áreas da imagem que possam representar uma seqüência de caracteres. Uma placa fixada obliquamente em relação ao plano horizontal e vertical pode trazer complicações na identificação do provável local da licença dentro da fotografia.



Fig 3.4.g – placas em mau estado de conservação ou mau fixadas

x) tipo de aplicação

O tipo de aplicação também é fator preponderante na avaliação da eficácia do sistema. A entrada de um estacionamento, por exemplo, protegido das intempéries climáticas, com um nível de iluminação praticamente constante ao longo de todo o dia, com uma área de armazenamento do veículo de modo que este seja capturado enquanto estiver parado ou circulando a uma velocidade muito baixa, tem condições de operar de maneira muito mais eficaz do que um outro sistema instalado em uma via expressa com altos volumes de tráfego, e sujeitas às variações climáticas e de iluminação ao longo do dia. Neste último caso, o sistema deveria ser muito mais robusto quando comparado com aquele instalado na entrada do estacionamento.

xi) existência de gancho para reboques, molduras decorativas de placas, entre outros dispositivos que possam encobrir regiões da placa de identificação do veículo

Acessórios instalados nos veículos podem ser causa de dificuldades na operação do sistema. Molduras de placas e ganchos para acoplar reboques, os quais podem cobrir a visão da licença, consistem nos exemplos mais comuns.

De todas as fontes pesquisadas, entre fornecedores e pesquisadores, não houve nenhuma que garantisse um nível de eficácia de 100%, ou seja, que todos os veículos que atravessam o campo de visão do sistema sejam corretamente identificados. Dependendo da fonte, a margem de acerto variou entre 60% e 95%. Isto requer a presença constante de um operador para o caso de falha do sistema. Bibliografias citam este aspecto como desvantagem desta tecnologia para determinadas aplicações como, por exemplo, a cobrança automática de pedágio (Viegas,2002).

Cabe lembrar também que se deve considerar, ao avaliar a performance do sistema, não apenas a eficácia dos procedimentos, mas também o estado de conservação das placas identificadoras dos veículos. Algumas destas são impossíveis de serem reconhecidas até mesmo pelo olho humano, mesmo que estejam próximos um do outro.

Diante disto, é sempre recomendado a presença de agentes, conforme mostrado no fluxograma apresentado, de modo a confirmar ou não os resultados produzidos, intervindo quando a identificação do veículo tiver sido efetuada de modo errado, ou não tiver sido realizada.

3.4.3) Exemplos de Aplicação em Transportes de Sistemas LPR

A seguir são apresentadas algumas experiências realizadas ou em curso pelo mundo. Tratam não apenas de reconhecimento de placas de veículos, mas também de outras aplicações na área de *vision computer*.

3.4.3.1) Avaliação das Condições Operacionais das Vias (Eloranta *et al*, 2000)

The Finnish National Road Administration (Finlândia) tem realizado várias experiências envolvendo o uso de sistemas LPR objetivando obter informações sobre as condições operacionais de algumas vias com vistas a informação dos viajantes. Monitorando o tráfego de veículos, é possível gerenciar as demandas, fazendo com que os usuários escolham rotas menos carregadas, aliviando assim as condições operacionais dos trechos com maior demanda de veículos.

Uma destas experiências consiste no monitoramento do anel viário ao redor de Helsinki. Com um tráfego variando de 30.000 veíc/dia até 70.000veic/dia, dependendo do trecho do anel, o lado oeste do anel possui segmentos de tráfego descontínuo, com locais controlados por sinais, enquanto o lado leste contém somente interseções em desnível. A quantidade de faixas varia entre 2 e 3 faixas por sentido, dependendo do segmento do anel.

O sistema foi implantado durante os anos de 1999-2000, e tem como objetivo a determinação dos tempos médios de viagem em alguns segmentos do anel. Consiste na identificação dos veículos, através do reconhecimento de suas licenças, em pontos

diferentes da via, possibilitando obter o tempo médio de percurso através da diferença entre os momentos de leitura.

O reconhecimento das placas segue quatro etapas. A primeira delas consiste em detectar a presença de algum veículo dentro do campo de visão da câmera, de modo a ativar o sistema de reconhecimento. Uma vez detectado algum veículo, passa-se a etapa seguinte, a qual visa procurar na imagem áreas onde haja possibilidades de conter caracteres que correspondam a um padrão referente a uma placa veicular. Uma vez identificada uma região assim, esta é mais detalhadamente estudada, e encontrando uma seqüência de caracteres os quais possam representar uma licença, estes caracteres são separados (segmentados) para poderem ser classificados (reconhecidos). Esta é a terceira etapa. O quarto e último passo é então o reconhecimento de cada caracter individualmente.

Sistema análogo foi implantado no trecho de rodovia entre Lahti e Heinola. Com uma extensão de 36 km, é um dos mais movimentados segmentos de rodovia da região, em especial nos fins de semana. Painéis de Mensagens Variáveis (PMV) foram instalados nos extremos dos trechos, de modo a fornecerem estimativas de tempo de percurso mínimas e máximas para percorrer o trecho de via monitorado. Dessa forma, usuários podem decidir se usam esta via, ou se decidem pelo uso de uma rota alternativa.

O clima na Finlândia é bem mais rigoroso que em outras regiões da Europa. Durante o inverno, a temperatura pode alcançar 30° C negativos, prejudicando a operação do sistema. Nevascas atrapalham a visibilidade das placas, rajadas do sal espalhado nas pista nestas épocas para evitar a formação de blocos é jogado pelos veículos nas lentes das câmaras incobrando-as, a neve sobre as placas encobre os caracteres, e os motoristas muitas vezes alteram suas trilhas em relação àquelas regulares de modo a evitar blocos de neves. Já no verão, o sol baixo pode criar longas áreas de sombra na frente dos veículos. Isto faz com que eles sejam detectados pelo sistema antes do momento oportuno, disparando o sistema quando placas veiculares não estão ainda no campo de visão da câmera. A sujeira nas lentes das câmeras era função do movimento da via. Quanto maior o fluxo de veículos, em especial os pesados, mais rapidamente as câmeras ficavam sujas. Isto acontecia principalmente no inverno. Durante os dias de clima seco e

frio, este problema não era significativo, revelando que a causa principal era o *spray* acarretado pelos veículos.

Para superar estes problemas, algumas medidas foram tomadas. Uma delas foi um novo formato de caixa para acomodar a câmera. Mais comprida de forma a proteger as lentes, e com uma outra estrutura de fixação, procurou-se assim minimizar o problema da sujeira nas lentes. Em relação ao problema das sombras formadas na frente dos veículos, novos procedimentos foram adotados para retardar o acionamento do sistema de reconhecimento em momentos quando o sol estava baixo. Estes eram ativados automaticamente quando a maioria dos veículos pareciam estar acionando o sistema de identificação cedo demais. De modo análogo, o sistema era desligado automaticamente quando os veículos estivessem acionando os procedimentos de reconhecimento muito tarde.

Uma nova sistemática foi desenvolvida para descobrir o momento exato para se efetuar a manutenção das câmeras, através de um processo de limpeza. Com base nas séries históricas dos padrões semanais, era possível acionar as equipes de campo toda vez que a quantidade de veículos detectados pelas câmeras caía abaixo de um nível crítico, baseado na média semanal característica do trecho (fig. 3.4.h).

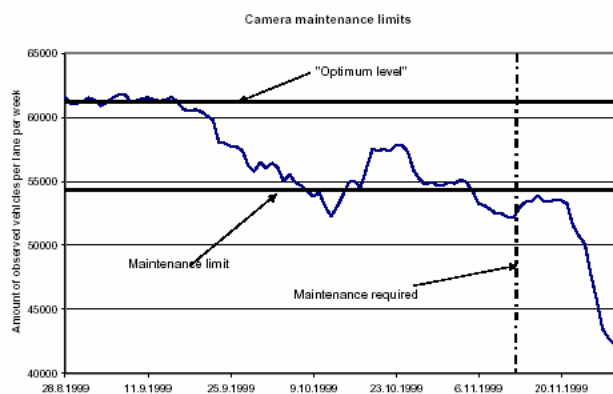


Fig 3.4.h – procedimentos para programação da manutenção das câmeras

Com estas medidas, o sistema provou ser eficiente como um indicador das condições de trânsito para efeitos de monitoramento do trânsito, uma vez que as perdas ocorridas não eram suficientes para comprometer o tamanho da amostra a ser pesquisada.

3.4.3.2) Fiscalização do Uso do Cinto de Segurança (Lim et al, 2000)

Uma outra experiência foi conduzida por técnicos da LG Industrial System Co. Ltda. Uma das atividades mais difíceis na fiscalização do trânsito é o cumprimento no uso do cinto de segurança. Torna-se difícil para os agentes de trânsito observar se os usuários estão ou não utilizando corretamente este dispositivo de segurança, em especial no caso de vias onde a velocidade de operação é muito alta. Por outro lado, observar o interior dos veículos não é uma tarefa muito fácil, principalmente para aqueles de maior altura.

Esta experiência consistia na fiscalização do uso do cinto de segurança através de procedimentos de *vision computer*. Desse modo, o sistema além de reconhecer a placa dos veículos, era também capaz de identificar se o motorista estava ou não utilizando o cinto de segurança. O sistema era composto de uma câmera digital com resolução (1024 x 1024) dpi, um estoboscópio para iluminação infravermelha para as condições noturnas, e sensores magnéticos no pavimento para detecção dos veículos. Unidades digitais locais eram encarregadas de transmitir dados à uma central. Para isto era utilizado um provedor de serviços, e o protocolo de comunicação era o TCP/IP. O padrão JPEG era utilizado para imagens, o que resultava em um tamanho médio destas em torno de 100 Kbytes. A câmera era afixada em um poste a uma altura de 5 metros, e se situava a uma distância de 21 metros do segundo loop.

O sistema operava da seguinte maneira. Quando um veículo era detectado pelos sensores, fotos eram tiradas. A partir de então era acionado um algoritmo, composto por dois módulos principais. O primeiro deles correspondia ao reconhecimento da placa do veículo. Inicialmente o sistema pesquisava na imagem uma região na qual era muito provável que existisse uma licença. Isto era feito procurando-se uma grande concentração de pequenas guias ou linhas horizontais e analisando-se as respectivas distâncias entre si, o que poderia representar uma seqüência de caracteres. Uma vez identificada uma região que atendesse estes critérios, uma busca mais detalhada era então realizada, de modo a possibilitar a extração de cada caracter e seu posterior reconhecimento.

Uma vez identificada a placa do veículo, esta era enviada a uma central, para consulta a um banco de dados referente ao cadastro dos proprietários de veículos. O nome do proprietário e a marca/modelo do veículo eram então selecionados e enviados de volta a unidade local. Passava-se então para o segundo módulo. Com base na marca/modelo do veículo, uma região onde estaria situado o motorista era então selecionada na foto, com base em uma tabela elaborada para cada tipo de veículo segundo marca/modelo. A seguir era então pesquisada nesta região onde estava a face do motorista. Uma vez definida a posição do condutor, o algoritmo pesquisava então por linhas paralelas na região inferior da face que pudessem expressar o uso ou não do cinto de segurança. Caso o motorista não estivesse utilizando este dispositivo de segurança, uma nova comunicação era dirigida a central, desta vez comunicando a infração e acionando os procedimentos relativos emissão do auto. A Fig. 3.4.i mostra a aplicação deste procedimento para dois veículos distintos, um carro de passeio e um caminhão, no qual o motorista deste é encontrado em uma posição relativamente mais alta em relação ao primeiro. Assim sendo, a primeira série de fotografias apresenta as fotos capturadas pela câmera. A segunda série mostra estas fotos em uma escala maior, acompanhadas das respectivas análises em relação ao uso do cinto de segurança.



Fig 3.4.i – fiscalização do uso do cinto através procedimentos de *vision*

3.5) Comunicação Dedicada de Curta Distância (DSRC)

3.5.1) Introdução

A utilização de sistemas de identificação RFID (*Radio Frequency Identification*) vem se tornando cada vez mais comum em vários segmentos da sociedade. Seja no rastreamento de animais, nas cadeias produtivas de diversas indústrias, na área de transportes, na medicina, enfim, em todas as atividades que exigem procedimentos de identificação, sistemas RFID vêm sendo adotados com cada vez mais frequência, visando uma melhor eficiência nos serviços e uma maior eficácia no atendimento das metas pretendidas.

3.5.2) O que são sistemas RFID e como funcionam

Radio Frequency Identification (RFID) é uma das mais novas tecnologias para aplicação nas sistemáticas de coleta de dados. Sua maior vantagem é a sua eficiência e eficácia, mesmo em ambientes hostis, nos quais outras tecnologias, como código de barras e reconhecimento ótico de caracteres, não funcionam.

Um sistema RFID é constituído basicamente de três componentes (TAG-d,2003):

- ✓ transponder, normalmente conhecido como TAG
- ✓ antena
- ✓ transceiver

O transponder (*TRANSMitter/resPONDER*) é um conjunto antena – chip, constituído de circuitos integrados de baixa potência, destinados a geração de energia e transferência de dados. Em alguns casos, existe uma pequena bateria para ativação do transponder. Existem vários formatos, tamanhos e tipos de transponders. Estes podem variar desde o tamanho de um minúsculo grão de arroz, até um comprimento de aproximadamente 20 cm. Podem ser esféricos, cilíndricos, ou retangulares, com espessuras não maiores que um centímetro. O invólucro pode ser de vidro, plástico, entre outros. O formato pode ser

em forma de argola, cartão, pastilha, entre outros. De um modo geral, é atachado aos produtos, bens ou seres a serem identificados.

A função principal da antena é servir como meio para que o transceiver e o transponder (TAG) troquem informações. Existem vários tamanhos e formas de antenas, dependendo das características do sistema e da aplicação a qual ele se destina. Elas podem ser construídas sobre um portal, por exemplo, de modo a capturar dados de pessoas e produtos que passam por este portal. Ou podem ser montadas em pontos de coleta de tarifas sobre *freeways*, de forma a identificar veículos que passam por aquela seção da via em regimes de altas velocidades.

A função do transceiver é a troca de informações com o transponder. Quando o transceiver é montado juntamente com a antena, em um mesmo invólucro, este novo conjunto é usualmente conhecido como leitor, nomenclatura a ser adotada, em relação a este dispositivo de leitura, para todo o restante deste trabalho.

O leitor (antena mais o transceiver) emite ondas eletromagnéticas em todas as direções, formando um campo elétrico ao seu redor. Quando um TAG penetra neste campo, o mesmo é energizado. Inicia-se então uma troca de informações entre o TAG e o transceiver (leitor), no qual este último decodifica os dados enviados pelo TAG e os transmite a um sistema central para a ativação dos procedimentos pertinentes. O tamanho da área de influência do leitor é dado por, entre outras propriedades, pela potência do dispositivo e da rádio frequência utilizada.

O leitor pode produzir o campo elétrico continuamente, no caso de grandes fluxos de TAG's. Quando não se necessita a operação de leitura de forma contínua, como no caso de TAG's esporádicos, um sensor pode ser adicionado ao sistema, de forma a ativar o leitor apenas quando algum TAG é detectado.

3.5.3) Classificação

Existem diversas maneiras de se classificar os TAG's, as quais são:

i) Quanto à frequência de operação

A escolha da frequência em que o sistema irá operar é um importante aspecto a ser definido, e depende basicamente da aplicação a que ele se destina.

Faixas de frequência é uma matéria a qual sofre regulamentações governamentais, e pode diferir de país para país. De um modo geral, são estabelecidas faixas de frequência em função das aplicações e tecnologias envolvidas. Em relação a tecnologia dos transponders, a seguinte categorização pode ser feita (QUADRO 3.5.1):

QUADRO 3.5.1 – CLASSIFICAÇÃO QUANTO A FREQUENCIA

FREQUÊNCIA	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES TÍPICAS
baixa 30-500 KHz	<ul style="list-style-type: none">◆ curta distância de leitura◆ baixo custo◆ baixa velocidade de comunicação	<ul style="list-style-type: none">◆ controle de acesso◆ identificação animal
alta 850-950 MHz 2.4-5.8 GHz	<ul style="list-style-type: none">◆ média e longa distância de leitura (mais de 30 metros)◆ alta velocidade de comunicação◆ alto custo	<ul style="list-style-type: none">◆ monitoramento de trens (locomotivas)◆ coleta eletrônica de pedágio

FONTE: www.aimglobal.org/technologies/rfid/what_is_rfid.htm

De um modo geral, quanto mais alta a frequência, maior a capacidade de transmitir informações entre o leitor e o TAG (TAG-b,1998).

ii) Quanto ao nível de potência

Como no caso do estabelecimento da faixa de frequência, os níveis de potência são também regulamentados pelo poder público, e pode diferir de país para país.

Em ambientes livres de obstáculos e outros dispositivos de reflexão, o tamanho da área de influência varia em função do inverso do quadrado da distância. Em ambientes adversos, onde reflexões podem vir do chão ou de outros dispositivos, avaliações específicas devem ser conduzidas para avaliar a influência desta interferência.

iii) Quanto à área de influência

O tamanho da área de influência do leitor é função da abertura da antena para recepção do sinal, que por sua vez é função do comprimento da onda (*wavelength*). Ou em outras palavras, quanto maior a frequência, menor o comprimento de onda e, por conseguinte, menor a área de influência da antena. A figura 3.5.a mostra a comparação entre as frequências de 300 MHz e 600 MHz, usando comprimentos de antenas de 0,5 metros e 0,25 metros, respectivamente (TAG-e,2000). A área no entorno da antena possui uma forma elíptica. Pode-se então verificar que o campo gerado pela frequência de 300 MHz possui um tamanho de área aproximadamente de quatro vezes aquele gerado pela frequência de 600 MHz.

A quantidade de energia requerida no TAG pode ser significativamente menor do que aquela exigida para funcionamento do leitor. Depende, entre outras coisas, do projeto do TAG e, em última análise, das funções para as quais ele se destina.

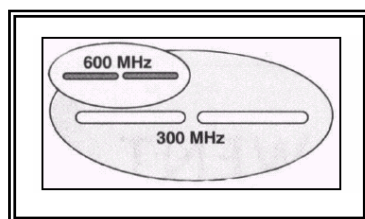


Fig 3.5.a – tamanho da área de influência em função da frequência

iv) Quanto à forma de atuação

Os transponders podem ainda serem classificados pela forma como atuam. Ou seja:

- ✓ único bit (*single bit*)

Este tipo de TAG é composto por um único bit de informação. Fornece ao leitor uma informação sobre o seu



Fig. 3.5.b – sistema EAS

estado ON ou OFF. É utilizado em sistemas EAS (*Electronic Article Surveillance*), destinados a controlar o roubo de mercadorias em lojas. Ao sair da loja, o consumidor passa obrigatoriamente por um leitor, o qual verifica o estado da TAG. Caso esta esteja em um estado diferente daquele previsto, um alarme é então ativado (ver fig 3.5.b).

✓ TAG de somente leitura



Fig. 3.5.c –RI-TRP-RE2B TEXAS
TAG somente leitura

Read Only TAG's é um dos tipos mais comuns de transponder. É composto basicamente de um chip e uma antena, objetivando captar a energia do leitor. No chip estão gravadas informações relativas à identificação do artigo. Uma vez transmitida para o leitor, esta identificação pode então ser utilizada para os devidos fins, como uma consulta a um banco de dados, ou ativando outros procedimentos pertinentes. (ver fig 3.5.c).

✓ TAG de leitura e escrita

Read-write transponders consistem no tipo mais sofisticado destes dispositivos. São usados nas situações onde as informações carregadas pelo transponder são variáveis, e mudam ao longo da cadeia de procedimentos. Para tanto, estes TAG's necessitam de algum tipo de memória estática, e um método de reter a informação quando não estiverem mais sob o campo eletromagnético do leitor. Além disto, necessitam também de algum tipo de dispositivo receptor, de maneira a poder obter os dados enviados pelo leitor. Outras dificuldades também surgem, exigindo uma sofisticação maior do TAG. Uma delas diz respeito a comunicação entre transponder e leitor e vice-versa. Estas devem ser efetuadas em momentos diferentes, ou usando-se freqüências distintas, de modo a não existir conflitos entre as transmissões. Uma outra dificuldade diz respeito à existência de diversos TAG's no campo eletromagnético do leitor. Neste caso, procedimentos específicos



Fig. 3.5.d – MD5803 R/W
Q-FREE TAG R/W

devem ser executados, de modo a se garantir que a mensagem transmitida pelo leitor foi gravada no TAG correto, e não em um outro (ver fig 3.5.d).

v) Quanto à forma de energização

Em relação à forma de energização, os TAG's podem ou não serem auto energizáveis. Alguns destes possuem uma pequena bateria, capaz de operar na faixa de temperaturas compreendidas entre -50°C e $+70^{\circ}\text{C}$, e encarregada de promover a energização do dispositivo. Quando não existem baterias, a energização do TAG ocorre a partir da antena do leitor. Ao penetrar no campo de influência deste, parte da energia fornecida pela antena (leitor) é então captada pelo TAG, promovendo a sua própria energização.

Os TAG's que não possuem baterias apresentam uma vida útil praticamente ilimitada não se considerando, evidentemente, os casos de deprecação. Já o outro tipo de TAG possui um período de utilização limitado pela vida útil de sua bateria, geralmente em torno dos oito a dez anos dependendo, é claro, das condições de utilização. Alguns tipos permitem a troca de bateria para operar novamente da forma prevista.

Os TAG's com bateria são mais caros do que aqueles que não possuem este acessório e, por necessitarem de mais dispositivos, requerem um tamanho maior do invólucro. Por outro lado, apresentam uma distância de leitura maior do que aqueles sem bateria, os quais necessitam estar mais próximos do leitor para obter a quantidade de energia suficiente para começar a operar.

vi) Quanto ao tipo de memória

Os tipos de memória que um transponder pode possuir são (TAG-b,1998):

- ✓ memória ROM (*Read Only Memory*) – é usada para acomodar dados seguros de identificação e instruções de operação os quais devem ser seguidos por um sistema central. Utilizada, por exemplo, em uma linha de produção, de modo a ativar procedimentos específicos para um determinado produto.

- ✓ memória RAM (*Random Access Memory*) – é utilizada para guardar dados temporários durante a comunicação com o leitor

- ✓ memória EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) – memória não volátil, é utilizada para guardar dados, quando o dispositivo não está sob influência do leitor.

A quantidade e tipo de memória que um TAG deve possuir dependem da aplicação a que ele é destinado. Sua capacidade de memória pode variar de um simples bit (*single bit*) para as aplicações de EAS até 1 MB nos transponders mais sofisticados (TAG-d,2003).

vii) Quanto ao tipo de operação

Os TAG's podem ser do tipo ativo ou passivo (*backscatter principle*). A grande diferença entre os dois tipos é o modo como operam. Os TAG's ativos funcionam de forma semelhante a do leitor. Ou seja, possuem dispositivos internos capazes de gerar ondas eletromagnéticas em uma frequência diferente daquela de entrada, e as quais levam as informações a serem respondidas para o leitor.

De modo contrário, os TAG's passivos não possuem dispositivos para gerar suas próprias ondas. Devem aproveitar aquelas oriundas do leitor de forma a responder a indagação do mesmo. Para isto utilizam a mesma frequência do leitor, com pequenas variações promovidas durante o processo de modulação.

Os TAG's ativos devem possuir a sua própria fonte de energização. Por causa disto, e também da necessidade de possuir dispositivos que sejam capazes de gerar o seu próprio meio de comunicação, são geralmente mais caros e de maior tamanho do que os TAG's passivos. Estes podem ou não possuir baterias próprias. Por outro lado, por serem menos sofisticados, tendem a possuir uma vida útil mais prolongada.

3.5.4) Propriedades

A seguir são apresentadas algumas propriedades dos sistemas de transponders, que tornam estes dispositivos bastante atraentes para diversos tipos diferentes de aplicação:

- i) A grande vantagem dos TAG's é que eles são capazes de trocar informações com o leitor através de uma infinidade de substâncias tais como neve, neblina, gelo, embalagens de papelão, vidro e outros, mesmos em condições adversas. Não necessitam de uma linha de visão direta. O único meio em que a tecnologia RFID não funciona são através das



Fig. 3.5.e – fazendo compras

superfícies metálicas. Esta propriedade gera enormes facilidades, pois muitos artigos com TAG's podem passar pelo campo eletromagnético do leitor ao mesmo tempo. É o caso típico de um carrinho de supermercado com vários produtos, todos possuindo um TAG, mesmo que seja na parte interna do invólucro (ver fig 3.5.e).

- ii) A velocidade de leitura de um TAG também é expressiva. Na maioria dos casos, o tempo de resposta não ultrapassa os 100 ms (milissegundos), facilitando muito a troca de informações nos casos de TAG's em movimento. É o caso, por exemplo, da cobrança eletrônica de pedágio. Como já visto, a taxa de transferência de informações é função da frequência utilizada. Quanto mais alta a frequência, maior esta taxa.
- iii) No projeto do TAG, podem ser consideradas diversas formas de operação. Dependendo do tipo de memória, o TAG pode ser do tipo somente leitura (*Read Only*), do tipo WORM (*Write Once Read Many*) ou leitura/gravação (*Read/Write*). No primeiro caso, os TAG's recebem uma identificação ainda na

fábrica, a qual irá acompanhá-lo para sempre. Os TAG's do tipo WORM são geralmente programáveis, e são codificados pelo próprio usuário no momento de sua utilização. Os TAG's R/W são programáveis pelos usuários, e são utilizados quando é necessário atualizar as informações contidas no dispositivo.

- iv) Os TAG's podem assumir diversas formas, dependendo do tipo de aplicação a que eles se destinam. Podem ser do tamanho de um grão de arroz (ver fig 3.5.f), para serem inseridos sob a pele de um animal para permitir a monitoração do mesmo. Podem ser retangulares, circulares ou em forma de argolas. Podem ser tão finos quanto um cartão de crédito. Na verdade, a espessura do TAG é dada pela espessura do chip, uma vez que a antena não apresenta restrições quanto a esta questão.



Fig 3.5.f – microchip D4

- v) O invólucro dos TAG's é outro aspecto a ser tratado. Dependendo do ambiente em que for ser usado, o TAG pode necessitar de uma estrutura de cobertura mais forte, de modo a agüentar condições adversas. Temperaturas ambientes muito altas ou muito baixas, condições favoráveis a oxidação (cargas embarcadas em navios), entre outras, podem necessitar que seja estudado um invólucro especial para o transponder.
- vi) O custo do dispositivo depende muito do projeto do TAG, e em última análise, da aplicação a que ele se destina. O preço pode variar desde alguns centavos até algumas dezenas de dólares, no caso dos mais sofisticados. O nível de complexidade, considerando se é do tipo passivo ou ativo, a quantidade e tipo de memória, bem como o seu invólucro são aspectos que influenciam no preço final dos TAG's.
- vii) A segurança é outra vantagem da tecnologia do transponder. Pelo fato de ser composto por circuitos eletrônicos, a falsificação destes componentes se torna muito difícil. Em alguns casos, a troca de informações entre TAG e leitor é feita

de forma criptografada, de modo a evitar a captura não autorizada da mensagem e seu uso de forma inadequada. Alguns TAG's possuem dispositivos que o inutilizam, ou que emitem um sinal, quando tentativas de remoção de seu lugar de origem acontece. Outro aspecto é a própria segurança interna. A maioria dos sistemas utiliza bit's de paridade, objetivando checar a correta transmissão das informações.

3.5.5) Aplicações

O uso de transponder está bastante difundido em vários setores da indústria, comércio e serviços, nos quais é necessário algum tipo de coleta de dados. Pode-se destacar algumas delas:

i) Segurança contra furtos

Sob esta categoria pode-se citar como exemplo os sistemas EAS (*Electronic Article Surveillance*) para evitar o furto no interior das lojas. Também com o objetivo de evitar furtos, alguns fabricantes de automóveis utilizam chaves com um TAG no seu interior (TAG-a,2003). Quando a chave é inserida na ignição, o dispositivo é energizado por um leitor embutido no conjunto da ignição. Em contrapartida, o TAG responde com um código de identificação. Se este código é reconhecido pelo sistema, a ignição é liberada. Caso contrário, o veículo continua inoperável (ver fig 3.5.g).

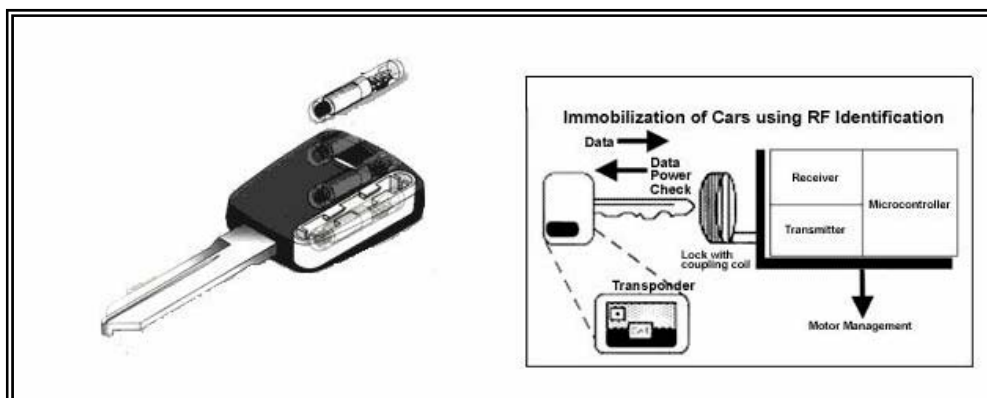


Fig 3.5.g – Segurança contra furto de automóveis

ii) Otimização da cadeia produtiva

De cada dez carros produzidos hoje na Europa, ao menos três deles são produzidos utilizando sistemas RFID (TAG-f,1996). Um transponder contendo todas as características do veículo é atachado ao que seria a sua estrutura inicial. A medida que ele vai avançando na cadeia produtiva, as informações contidas no TAG são transmitidas ao sistema central que monitora a linha de produção. Estas informações dizem respeito a cor, acessórios, padrões dos bancos, entre outras informações.

Mas a utilização do TAG não termina quando o carro fica pronto. Ele pode também ser utilizado como importante instrumento de logística no transporte do produto. Por exemplo, ao embarcar o veículo em um navio com vistas à sua exportação, o TAG ainda participa do processo de gerenciamento, registrando os momentos de saída da fábrica, chegada ao porto, embarque e desembarque no local de destino.

O uso de sistemas RFID na indústria, visando à otimização da cadeia produtiva, encontra-se bastante disseminado.

iii) Ciência

Muitas aplicações podem ser observadas nas áreas de ciências. Uma delas é a identificação de animais, para fins de pesquisa da espécie. Um pequeno transponder é introduzido sob a pele do animal. De um modo geral, são TAG's do tipo passivo, com uma frequência de operação muito baixa. Este animal é então rastreado pelo restante de sua vida, sendo identificado por um leitor manual cada vez que é avaliado pelos cientistas (ver fig 3.5.h).



Fig 3.5.h – Chip D4 – pesquisa científica

iv) Otimização na prestação de serviços

Uma das aplicações mais pesquisadas atualmente é a compra de produtos em supermercados. Cada produto é identificado por um TAG devidamente atachado em seu

interior, de modo a evitar fraudes. A medida que o consumidor vai colocando os produtos no carrinho de compras, eles vão sendo lidos por um leitor acoplado ao carrinho. Assim é possível ao consumidor avaliar a sua compra a medida que ela se desenrola. Ao final, ao passar por um portal, todos os produtos são identificados, e uma fatura mostrando os artigos comprados e o preço total da compra é emitido para o usuário. Esta tecnologia pode ser empregada também em outros ramos de comércio, como lojas de discos, livrarias, e assim por diante.

5.5.6) Aplicações na Área de Transporte

Diversas aplicações na área de transporte e logística têm sido observadas ao redor do mundo utilizando a tecnologia dos transponders para sistemas *DSRC* (*Dedicated Short Range Communication*). Algumas delas estão a seguir apresentadas.

a) Vejle, Dinamarca (TAG-g, 2003)



Fig. 3.5.i – Bus Terminal – Vejle, Denmark

Na cidade de Vejle, Dinamarca, o mais importante terminal de ônibus possui uma capacidade muito pequena em relação à demanda de ônibus e passageiros que o utilizam. Localizado na área central da cidade, a sua expansão não foi considerada devido às conseqüências que isto acarretaria (ver fig 3.5.i). Outras alternativas foram então analisadas,

sendo que a escolhida consistiu em um sistema de gerenciamento do terminal e da frota de ônibus através um sistema de transponder, utilizando DSRC. Um TAG do tipo passivo, contendo um código de identificação único para cada veículo, foi afixada no pára-choque dianteiro de cada ônibus (ver fig 3.5.j). Leitores foram embutidos no pavimento em vários locais do sistema viário, bem como nas vizinhanças do terminal e no seu interior. Ao passar pelos leitores, os TAG's são energizados por estes e

transmitem a identificação do veículo. Esta é então repassada para um sistema central de monitoramento de toda a frota.

O gerenciamento em tempo real de todos os ônibus permitiu expressivos ganhos de produtividade. Ao contrário do que acontecia antes, quando cada baia era associada a um destino, o motorista do ônibus agora só sabe a que plataforma se dirigir apenas quando chegar ao terminal. Ou seja, a alocação das baias agora é dinâmica, evitando assim que algumas delas ficassem ociosas enquanto outras estavam saturadas.

Para os usuários, a nova sistemática também trouxe grandes benefícios. A plataforma desejada agora é indicada através de painéis dinâmicos, os quais permitem uma

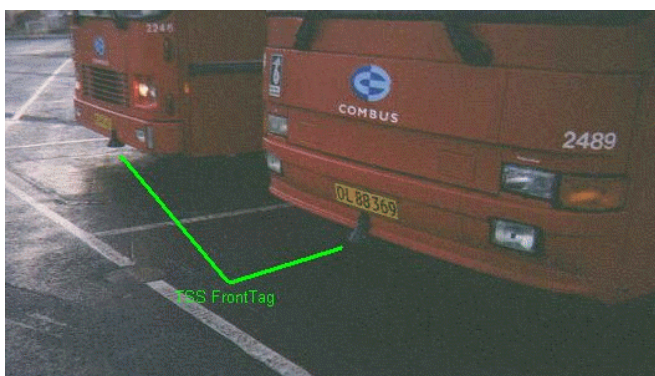


Fig. 3.5.j – fixação do TAG no parachoque

atualização das informações em tempo real. Por outro lado, os usuários contam agora com uma programação de chegada e partida dos ônibus (*timetable*), e podem se programar para efetuarem uma outra atividade antes de se dirigirem a plataforma desejada como, por exemplo, fazerem compras no comércio local ou

mesmo aguardar o momento da partida no bar local. Os atrasos não programados se tornaram mais assimiláveis, pois o usuário passou a contar com uma informação precisa e atual, que o permitiu se reprogramar diante das novas circunstâncias. Todo o ambiente se tornou muito parecido com aquele observado nos aeroportos, onde as chegadas e partidas são monitoradas através terminais espalhados pelo terminal e sobretudo, as informações proporcionam um alto nível de confiabilidade.

b) Edinburg, UK (TAG-h, 2003)

A cidade de Edinburg tem utilizado a tecnologia DSRC para otimizar a circulação viária dos ônibus, de forma a melhorar a performance do sistema e induzir a um maior uso desta modalidade (ver fig 3.5.k). O projeto consiste em equipar cada ônibus com um TAG, com um código de identificação único. Nas aproximações dos cruzamentos,

foram instalados leitores e sensores no pavimento. Quando um veículo é detectado pelo sensor, o leitor identifica o TAG e repassa esta informação ao centro de controle de tráfego local, solicitando que um tempo de verde seja destinado a aproximação pela qual o coletivo circula.



Fig 3.5.k – prioridade para ônibus - Edinburgh

Com as informações obtidas nas aproximações, o sistema de controle de tráfego programa uma seqüência de sincronismo ao longo dos cruzamentos a jusante, permitindo uma significativa redução nos atrasos decorrente das paradas nos cruzamentos semaforizados.

O sistema permitiu obter uma expressiva melhora na performance do transporte coletivo, possibilitando observar uma migração em direção a esta modalidade, além de promover também uma redução nos níveis de acidentes de trânsito.

O mesmo sistema foi expandido para outros veículos de emergência, como ambulâncias, carros de polícia e viaturas do corpo de bombeiros.

c) Cobrança automática de tarifas

Uma das aplicações mais comuns do uso de sistemas utilizando DSRC é a cobrança automática de pedágio (ver figs 3.5.1 e 3.5.m). Em muitas rodovias brasileiras concedidas à iniciativa privada este procedimento já é uma realidade, trazendo grandes benefícios para os envolvidos. O princípio é bastante simples, e exige que o proprietário seja cadastrado junto ao concessionário. Ele então recebe uma etiqueta eletrônica (TAG), a qual deve ser atachada ao pára-brisa do veículo. Ao chegar a uma praça de pedágio, o motorista cadastrado deve escolher



Fig 3.5.1 – cobrança automática CRT

uma das cabines de cobrança automática disponíveis. Ao se aproximar da cabine, o TAG é energizado por um leitor afixado na estrutura da instalação, sobre a pista. Ele então responde com um código de identificação único relativo àquele veículo. Caso o proprietário esteja em dia com suas obrigações junto ao administrador da estrada, ele recebe então o direito de passagem.

As vantagens da cobrança eletrônica sobre a cobrança manual convencional são inúmeras, tanto para os usuários como para os administradores da via. Praças de pedágio são instalações caras em relação ao padrão viário, dependendo obviamente de seu porte. Para a sua construção é necessário alargar a estrada, objetivando a implantação de um número de cabines suficientes de modo a não acarretar retenções excessivas ao fluxo viário. Por outro lado, é necessária a contratação de funcionários com vistas à operação da instalação, acabando por envolver custos associados às obrigações trabalhistas e salários. Na cobrança automática, os custos são significativamente menores. Primeiramente, porque não são mais necessárias tantas cabines de arrecadação. Na cobrança manual, os motoristas são obrigados a pararem para efetuar o pagamento da tarifa e, muitas das vezes, devem permanecer parados até que o troco seja devolvido. Uma cabine para cobrança automática possui uma capacidade de escoamento de pelo menos cinco vezes mais, uma vez que o motorista não precisa mais parar seu veículo, quando muito reduzir a velocidade para que os procedimentos automatizados se realizem e ele obtenha o direito de passagem. Por outro lado, como o sistema é totalmente informatizado, não é mais necessário dispor de uma equipe tão grande, pois as transações se desenrolam sem utilização de dinheiro em espécie. Pesquisa realizada em uma auto-estrada em Oklahoma (EUA) demonstrou que o custo para operar uma faixa automática era de U\$ 15.800 anuais, significativamente inferior ao custo de uma faixa manual, que era de U\$ 176.000 anuais (Kelly,1997) (FCC-a,2002).

Para os usuários, os benefícios são também enormes. Primeiramente porque não precisam mais parar seus veículos de modo a efetivar o pagamento da tarifa, reduzindo assim o atraso sofrido para transposição da praça de pedágio. Em segundo lugar, o fato de não ter que manusear dinheiro em espécie acarreta uma grande comodidade para o usuário, pois este não necessita mais se preocupar em portar quantias destinadas a

pagamento do pedágio. Por fim, a cobrança de todas as tarifas em um único momento é muito conveniente para o proprietário, pois ele pode adotar procedimentos especiais, como débito automático, programação de pagamentos entre outros, para honrar as suas dívidas.

O desenvolvimento tecnológico experimentados pelos sistemas RFID nos últimos anos



Fig 3.5.m – cobrança automática – Ponte Rio- Niterói

permitiram incorporar novos avanços na cobrança de tarifas nas rodovias. Um deles é a possibilidade de identificação dos veículos em velocidades de até 200 km/h. Este ganho tecnológico conduziu a um novo conceito com vistas à coleta de tarifas, e praticamente levou as praças de pedágio convencionais à obsolescência. Os pontos de coleta podem ser agora praticamente imperceptíveis para os usuários da estrada, fazendo com que as transações ocorram sem causar qualquer interferência à circulação viária. Os motoristas podem continuar conduzindo

os seus veículos da mesma forma como faziam antes de se aproximarem da seção da via na qual está implantada a estrutura de arrecadação. Por outro lado, investimentos em infra-estrutura para alargamento de pistas e construção de instalações não se faz mais necessário, pois a capacidade de escoamento na seção de coleta é a mesma em relação ao restante da estrada.

Pela figura 3.5.n, observa-se que o novo conceito em termos de ponto de coleta se resume em estrutura de sustentação sobre a pista, suportando equipamentos para energização de TAG's (antenas) que passam pelo local, e a correspondente identificação destas, bem como dispositivos para envio de instruções às TAG's, quando for o caso. Juntamente com o sistema RFID, são utilizados outros equipamentos, tais como câmeras de TV para captura de veículos irregulares, aferidores de velocidade objetivando garantir velocidades compatíveis com as características do sistema, e assim por diante. Vários exemplos de cobrança de tarifas em regime de MLFF (*Multi Lane*

Free Flow) podem ser observados em várias partes do mundo, entre eles no Chile (ver fig 3.5.o).



Fig 3.5.n – DSRC – cobrança de tarifa



Fig 3.5.o - DSRC em regime de MLFF Chile

3.5.7) Padronização nos sistemas DSRC

A padronização nos sistemas DSRC é um aspecto muito importante a ser considerado. Para entender mais facilmente o porquê desta necessidade, faz-se a seguinte analogia. Supõe-se um comunidade onde se fala inúmeros dialetos, todos os habitantes vivendo juntos. Para começar, a comunicação entre eles seria bastante limitada, restrita aos que compartilhassem a mesma linguagem. E a convivência com as instituições seria muito complicada também. As escolas, por exemplo, deveriam ter mais que um professor de matemática, um para cada dialeto, para atender uma quantidade maior de alunos. As lojas deveriam possuir balconistas falando vários dialetos, se não quisessem ficar restritas a poucos clientes. Seria uma situação muito confusa, a menos que cada habitante conhecesse vários dialetos simultaneamente.

Nos sistemas de identificação utilizando DSRC acontece o mesmo. Ou os operadores possuem sistemas polivalentes compatíveis com diversos padrões, ou os veículos deveriam circular com várias TAG's ao mesmo tempo. Diante disto, governos de vários países e de comunidades se lançaram na tarefa de obter um padrão único para a sua região. Na Europa, os trabalhos iniciaram-se em 1992 pelo comite técnico TECHNICAL COMMITTEE TC278 pertencente à COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION (CEN). Entre

1997 e 1998, um padrão utilizando a frequência de 5.8 GHz foi reconhecido como uma possível padronização para toda a Europa. Nos Estados Unidos, os estudos começaram por volta do meio da década de 90, e chegaram a uma configuração padrão com base na frequência de comunicação de 915 MHz (902-928 Mhz), a qual se tornou conhecida como Title 21, pois fazia parte do *California Code of Regulations, Title 21, Chapter 16, Compatibility Specifications for Automatic Vehicle Identification Equipment*. Mais recentemente, um novo padrão adotando com base a frequência de 5.9 GHz está sendo proposto. No Japão, o governo através do *Ministry of Post and Telecommunication Technology Council* estabeleceu o início dos trabalhos em 1994. Em setembro de 1997 o governo estabeleceu o seu padrão com base na frequência de 5.8 GHz. O QUADRO 3.5.2 apresenta as principais características de cada sistema.

QUADRO 3.5.2 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS PADRÕES ADOTADOS

CARACTERÍSTICAS	EUROPA (CEN)	ESTADOS UNIDOS (ASTM)	JAPAO (ARIB STD-T75)
radio frequência	5.8 GHz	5.8-5.9 GHz	5.8 GHz
funcionamento	Passivo	ativo	ativo
taxa de transmissão de dados	downlink: 500 Kbps uplink: 250 Kbps	down/uplink: 3-27 Mbps	down/uplink: 1 ou 4 Mbps
duplex	half-duplex	half-duplex	half-duplex (OBU) full-duplex (RSU)

FONTE: *DSRC International Task Force, Japan*

Outros organismos também tratam este assunto. Pode citar alguns apenas como exemplo, a *INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION (ISO)*, através do *COMMITTEE 204*, o *INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS INC*, através da *802.11.*, e a *INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU)*, por meio do *ITU-R/SG8*.

Aqui no Brasil, na segunda metade da década de 1990, foram criadas duas comissões para tratar este assunto. A primeira pelo governo federal e a segunda coordenada pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), conhecida como projeto “STAR”. O objetivo era o de definir um padrão para a identificação veicular utilizando DSRC, propondo um modelo de comunicação e estabelecendo um plano a ser adotado a nível nacional. Várias reuniões e seminários foram realizados, mas não foi possível chegar-se a nenhuma conclusão.

A frequência 5.8-5.9 Ghz dá sinais que se tornará universal. Depois da Europa e Japão, foi a vez dos EUA ter adotado uma configuração semelhante, mesmo à custa de um desgaste interno muito grande, tendo em vista o padrão já estabelecido de 902-928 Mhz. Tal reconhecimento, pelo Governo Americano, das vantagens do novo modelo deve ser considerado para o caso de uma escolha de um padrão brasileiro. Em suas justificativas, o FCC (*Federal Communication Commission*) justifica esta adoção pelos benefícios previstos pela nova configuração (FCC-a,2002). De fato, o padrão 902-928 Mhz não seria suficiente para atender a todas as exigências decorrentes das aplicações previstas em relação à comunicação dedicada de curta distância (DSRC). Aquele órgão afirma que, se chegar ao ponto de todos os veículos possuírem um transponder, o padrão antigo não permitiria monitorar vários veículos simultaneamente, segundo aplicações diferentes. Em sua petição ao FCC (1997), o *ITS America* justifica a adoção do padrão 5.850-5.925 Ghz com base em três argumentos (*ITS America-a,1997*). O primeiro deles consiste no fato de que nesta frequência a comunicação entre dispositivos acontece a taxas muito mais altas, além de permitir uma operação mais focada, ou seja, através de uma menor área de influência (*footprint*). Isto acarreta uma grande flexibilidade ao sistema, permitindo assim um maior reuso das frequências pelos usuários e uma menor interferência lateral. Em segundo lugar, de acordo com o mesmo relatório, sistemas DSRC nos EUA deveriam permitir a transmissão de informações a distâncias de 30 metros a 90 metros, em regimes de baixa potência. E a terceira condição exposta pelo *ITS America* é a de que o sistema deveria operar de forma eficaz sob as mais diversas condições climáticas, tais como neve, chuvas intensas, neblina, entre outras. Uma outra característica do padrão americano, e que permite uma maior flexibilidade na operação do sistema, é a largura de banda de 75 Mhz no espectro 5.850-5.925 Ghz. Esta propriedade, além de facilitar o monitoramento de vários usuários simultaneamente, possibilita o uso de frequências separadas para diversos tipos de aplicação. Em 1997, *The Intelligent Transportation Society of America (ITS America)* peticionou ao FCC pelo uso da faixa de frequência entre 5.850 e 5.925 Ghz para utilização na área de transportes. Em outubro de 1999, o FCC alocou esta banda ao uso requerido, e estipulou este uso como principal (DOT-a,2003). Ou seja, outras utilizações secundárias não poderiam acarretar qualquer interferência no uso principal.

3.6) O Uso Combinado Destas Tecnologias

O que observa-se ao estudar esta matéria é que as tecnologias analisadas não são concorrentes entre si. Alguns autores (Pickford,2004) afirmam mesmo que não se deve traçar paralelos entre elas. Ou seja, elas são complementares entre si e, em conjunto, são capazes de atender a um universo de aplicações. Cada tecnologia tem o seu nicho próprio de atuação, e o mérito da questão é exatamente saber combinar o que cada uma oferece de melhor de modo a obter a maior eficiência possível. Por exemplo, a reportagem intitulada “THE TRACK RACE” (Bates,2003) trata as tecnologias LBS (telefonia móvel) e GPS. Qual das duas é a mais apropriada, e estará mais propensa a assumir a liderança em termos de preferência do público? Vários comentários são tecidos então. Se o problema atual é precisão, a tecnologia GPS leva enormes vantagens, pois proporciona uma acuidade muito maior que aquela verificada nos sistemas LBS baseados na tecnologia da telefonia celular. Em especial nas zonas rurais, nas quais a possibilidade de se “avistar” um maior número de satélites GPS aumenta. Mas por outro lado, segundo o autor, as maiores necessidades dos serviços de auto-localização acontecem nas zonas urbanas, pois são nestas áreas aonde ocorrem as maiores quantidades de eventos. E nas zonas urbanas, o sistema GPS apresenta dificuldades de operação, ocasionando muitas vezes uma degradação na determinação da localização e até mesmo a inoperância do sistema, devido aos conhecidos “canyons urbanos”. Por outro lado, segundo o autor, a tecnologia LBS com base em sistemas de telefonia móvel já está disponível, em função da grande disseminação dos sistemas de telefonia celular. Isto acarreta custos menores, em especial no que se refere aos terminais móveis. Por isto, se o cliente não necessita de uma acuidade maior, ele poderia estar inclinado a adotar um sistema com base nesta tecnologia. Ele considera ainda o aumento da precisão ao utilizar sistemas A-GPS, nos quais parte dos procedimentos para determinação da localização é efetuada pelo móvel. Conclui comentando que, como as tecnologias estão sofrendo um processo contínuo de desenvolvimento, é cedo para afirmar qual das duas alternativas assumirá a preferência. É bem possível que cada uma encontre o seu nicho de mercado, no qual será a preferida em relação as demais.

A idéia de complementação entre as tecnologias analisadas pode ser observada também nas várias experiências mostradas. O pedágio Suíço utiliza GPS e DSRC. O pedágio

alemão (em teste, quando deste estudo) adota GPS e GSM (para efetuar a comunicação de cobrança), e também DSRC para fins de fiscalização. Ambos usam sistemas LPR (*License Plate Recognition*) para fins de fiscalização, assim como o sistema implantado na Noruega, a base do DSRC. Experiências relativas a estacionamentos de rua adotaram DSRC juntamente com a telefonia celular.

Tais fatos revelam que, em um futuro próximo, os sistemas inteligentes de transportes farão uso em conjunto destas tecnologias, além de outras não aqui analisadas. Um exemplo disto é o CALM (*Continuous Air-Interface for Long and Medium distance*) em desenvolvimento por várias entidades, tais como órgãos governamentais, fabricantes de veículos, associações de normas técnicas, entre outras. Neste cenário, mostrado na figura 3.6.a, é observada a utilização de várias tecnologias em conjunto, tais como DSRC, GPS, GPRS e W-LAN (*Wireless Local Area Network*). É prevista a comunicação de média e longa distância, de alta velocidade, ponto a ponto, veículo-veículo, veículo-ponto, por meio de microondas na faixa de 5 Ghz.

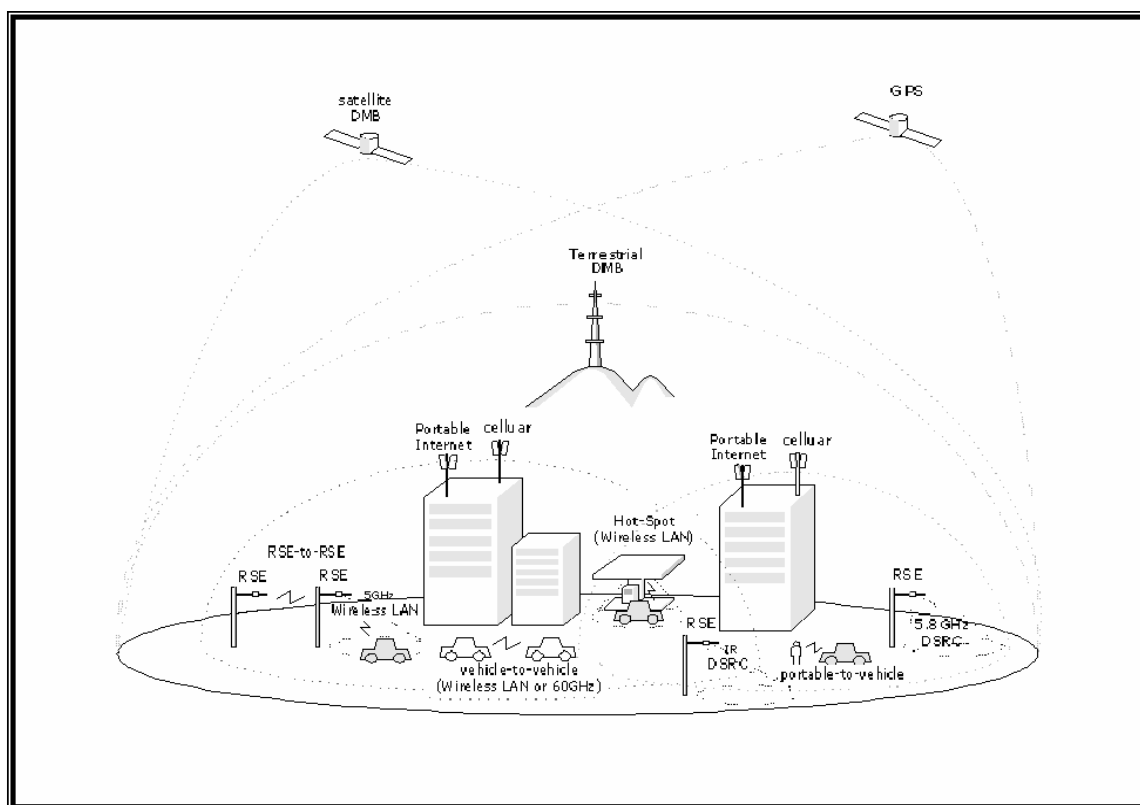


Fig – 3.6.a – CALM - cenário

3.7) Alternativa Para Usuários Não Registrados

Cabe ressaltar que todas as experiências implantadas envolvendo cobrança eletrônica de pedágio contemplaram sempre o usuário não registrado no sistema. Ou seja, são aqueles que utilizam o sistema viário tarifado apenas ocasionalmente não sendo, portanto, compensador efetuar gastos com unidades embarcadas, ou mesmo aqueles que não querem, por algum motivo, ingressar no sistema automático. Para estes foi reservada a alternativa de poderem pagar a tarifa correspondente de forma manual, ou melhor dizendo, sem adotarem os procedimentos automatizados. Na Noruega, por exemplo, usuários que não desejarem aderir ao sistema *AutoPass*, o qual prevê a colocação de transponders nos veículos, recebem mensalmente em suas casas uma fatura correspondente a quantidade de vezes que eles passaram pelos pontos de cobrança. Nestes locais, estão implantadas câmeras OCR, as quais reconhecem a placa e identificam o veículo, permitindo assim verificar se este consta ou não no cadastro de veículos registrados. Para isto, o usuário deve se cadastrar junto ao administrador da via, por meio da INTERNET ou em terminais espalhados em locais públicos. Ele deve fazer isto antes ou logo após sua primeira viagem. Caso não o faça, ele receberá uma notificação de autuação, e será então penalizado (Trondsen,2004). Promoções e descontos constituem-se em atrativos de uma migração em direção ao sistema automático. Na Suíça, os usuários que não desejarem equipar seus veículos com uma OBU (*On Board Unit*), têm como opção se registrar em uma das estações localizadas nas fronteiras do país junto aos principais ingressos. Nesta, eles devem registrar seu itinerário dentro da Suíça, além de outras informações sobre veículo e usuário. Eles têm também a opção de procederem ao registro pela INTERNET (Ohreneder, 2000). O mesmo acontece na Alemanha (o sistema encontra-se em testes). O usuário que não aderir ao sistema automatizado, pode se registrar através de um dos terminais (cerca de 3.500) implantados em postos e áreas de serviço na Alemanha e em países vizinhos. Ele deve inserir no sistema informações tais como pontos de origem e destino, horários, quantidade de quilômetros percorridos e o valor a ser pago, entre outros dados. É impresso então pelo terminal um recibo, o qual deverá acompanhar o veículo para fins de fiscalização. Uma outra alternativa é o registro pela INTERNET, a ser efetuado de modo análogo ao modo como é realizado via terminal. Para isto, o usuário deve estar primeiramente cadastrado junto ao administrador do pedágio (TAG-c,2004).

3.8) Preços

Os valores apresentados a seguir têm como objetivo unicamente ilustrar o trabalho, uma vez que não serão utilizados em qualquer tipo de avaliação. Eles foram levantados durante as pesquisas realizadas, através da bibliografia lida ou da tomada de informações junto a algumas empresas. Para cada um deles está informada a fonte e a data em que foi coletado. Os preços em reais ou euros foram convertidos para o dólar, moeda adotada para apresentação, tomando-se como base a época em que os preços foram coletados, ou em que os estudos que serviram de base para a obtenção foram publicados. Não foi obedecida qualquer linha de raciocínio para este levantamento. Os preços foram simplesmente sendo registrados a medida que surgiam, ou que alguma razão ou curiosidade levasse a pesquisá-los.

De fato, qualquer estudo realizado com base em valores monetários referentes aos aspectos de cada tecnologia poderia não refletir a verdade. Pelas seguintes razões:

- i) Muitas das tecnologias analisadas ainda estão em fase de desenvolvimento, mesmo nos seus países de origem. É o caso, por exemplo, dos sistemas de LBS (*Location Based Service*) que operam com base nos sinais emitidos pelos aparelhos de telefonia móvel. Mesmo nos EUA, onde a exigência do FCC promoveu uma maior agilização nas pesquisas, os sistemas utilizando as tecnologias correspondentes não estão ainda consolidados.
- ii) Os custos de produção diferem de país para país, fruto não apenas da legislação local referentes a vários aspectos, como legislação trabalhista e tributária, mas também de outros fatores, como custos de transporte, logística e assim por diante. A conversão simples e pura dos custos estrangeiros para a moeda nacional e assumir o resultado como um preço futuro a ser cobrado no Brasil poderia incidir em um grande erro.
- iii) A frota brasileira é expressiva, com aproximadamente 35 milhões de veículos, e com uma expectativa de expansão muito rápida. Este fato introduz um novo parâmetro a ser considerado na definição de preços, o qual seria a chamada

redução de preços pela produção em larga escala. Deste modo, mesmos os produtos hoje fabricados e os serviços hoje oferecidos no Brasil experimentariam uma grande redução nos seus respectivos preços aos consumidores por conta desta produção em larga escala.

Os preços pesquisados estão mostrados no QUADRO 3.8.1. Em relação ao proprietário, segmento o qual é o mais sensível aos custos, verifica-se uma grande diferença entre duas faixas de preços distintas, aquela associada aos sistemas de transponders e reconhecimento ótico de placas, e aquela associada a sistemas empregando a tecnologia GPS. Enquanto o preço de uma TAG está situado na faixa entre centavos de dólares e algumas dezenas destes, uma unidade embarcada está cotada na faixa dos mil dólares ou mais, ou seja, pelo menos dez vezes mais. Em relação ao operador, os preços referentes ao sistema empregando DSRC são mais baixos do que aqueles correspondentes relativos à tecnologia OCR. Os valores referentes aos sistemas de LBS à partir da rede de telefonia móvel não constam do quadro mostrado a seguir, mesmo porque trata-se de uma tecnologia relativamente nova.

Deve-se acrescentar que os preços mostrados possuem um caráter bem geral, além de se referirem a uma conjuntura momentânea. Isto quer dizer que um TAG padrão para todo o Brasil não custaria necessariamente U\$0,30, nem tão pouco U\$90,00. O preço final dependeria basicamente do projeto do TAG, o qual levaria em conta suas características físicas e operacionais, além de outros parâmetros já mencionados neste estudo.

QUADRO 3.8.1 – LEVANTAMENTO DE PREÇOS

sistema/dispositivo	valor	fonte	data
	US\$		
Comunicação de dados e voz por satélite	US\$7 a US\$10 per minute	Elliott, S. D	1995
Receptor GPS	US\$150 a US\$400	< www.geocities.com/CapeCanaveral/Galaxy >	junho de 2003
<i>OBU on board unit (equip. + instalação)</i>	US\$800 + US\$300	Hausler, H ; Oehry, B - 2001	2001
Modem			Junho de 2003
Transmissão de dados	US\$0.01 a US\$0.05	VIVO (Sistema de Telefonia Celular)	
Unidade embarcada maxtrac-MTC 300 (equip. + instalação)	US\$833.00 + US\$50.00	Tecnosat - reportagem da	
Assinatura do serviço de monitoramento	US\$33.00	Disponível em www.pernambuco.com/diario/2003/03/28	Junho de 2003
Unidade embarcada (instalação concluída)	US\$1,170.00	Car System - reportagem da	
Assinatura do serviço de monitoramento	US\$33.00	Disponível em www.pernambuco.com/diario/2003/03/28	
Handset upgrade para funções de LBS	US\$ 100.00	Wirelessbr (Zurstrassen)	Julho de 2003
Handset upgrade A-GPS	US 5.00 a US\$ 10.00	Wirelessbr (Zurstrassen)	Julho de 2003
Monitoramento de frota via satélite – preço da unidade embarcada	US\$ 2,447.55	CONTROLSAT PUBLICADO NA GAZETA MERCANTIL	3/11/03
Monitoramento de frota via satélite – taxa mensal	US\$ 52.44 a US\$ 69.99		
Monitoramento de frota via GSM – preço da unidade embarcada	US\$ 699.30	CONTROLSAT PUBLICADO NA GAZETA MERCANTIL	3/11/03
Monitoramento de frota via GSM – taxa mensal	US\$ 31.47 a US 41.96	CONTROLSAT PUBLICADO NA GAZETA MERCANTIL	3/11/03
TAG (RFID)	a partir de US\$ 0.30 até US\$ 90.00	TEXAS INSTRUMENTS – AIM-BRASIL	14/4/2003
LPR – sistema de reconhecimento de placas	a partir de US\$ 15,000.00 até US\$ 50,000.00	Informações diversas	15/9/2003

3.9) Considerações Sobre o Capítulo

Em suma, foi visto neste capítulo como cada tecnologia pode servir como base para um sistema IAV. Foram mostradas as vantagens e limitações de cada uma delas, bem como algumas experiências conduzidas nos vários continentes do planeta.

Foi mostrada também a evolução da cobrança automática de pedágio nas rodovias. Classificando-se esta evolução por estágios (Boelen,2003), pode-se dizer que a primeira geração desta aplicação consistia na utilização de cartões inteligentes, cestas de moedas, entre outros dispositivos, como alternativa à cobrança manual. A segunda geração iniciou-se com a utilização do DSRC. A performance das praças de pedágio aumentou significativamente a partir do uso dos transponders, desde as cabines automáticas até a cobrança em regime de MLFF (*Multi Lane Free Flow*). A terceira geração corresponde ao uso de novas tecnologias, mais especificamente GPS e GSM. As praças de pedágio, neste novo cenário, deixam de ser reais e passam a ser virtuais. Não são mais necessárias estruturas físicas implantadas ao longo do sistema viário para a realização da cobrança de pedágio em rodovias.

Por outro lado, existe um consenso geral de que a utilização de GPS para a cobrança de pedágio está somente iniciando, ou em outras palavras, encontra-se ainda nascendo. É de se prever que muitos desafios e dificuldades ainda estejam por vir. Ao contrário, a tecnologia do transponder encontra-se no seu auge, está totalmente madura, e não restam mais dúvidas sobre a sua eficácia. A relação qualidade e preço encontra-se bastante otimizada, contribuindo para garantir a viabilidade financeira de vários projetos (Pickford,2004). Cabe ainda destacar que, mesmo os sistemas de cobrança de pedágio em rodovias (*Electronic Road Pricing*) ditos de terceira geração fazem uso, em algum momento, da tecnologia DSRC.

Sendo assim, de maneira a prosseguir com este trabalho, qual seria(m) a(s) melhor(es) tecnologia(s) para servir(em) de base para uma proposta brasileira de um sistema de Identificação Automática de Veículos (IAV)? Esta é a matéria a ser tratada no próximo capítulo.

4. Alternativa Mais Adequada Com Vistas A Um Sistema IAV Nacional

4.1) Introdução

O estudo apresentado a seguir objetiva avaliar a alternativa mais adequada com vistas à implantação de um sistema IAV brasileiro. Cabe destacar que a avaliação efetuada toma como base sistemas IAV, e não tecnologias pura e simplesmente, uma vez que um único sistema pode utilizar uma ou mais das tecnologias vistas. Assim sendo, são descritos inicialmente quatro alternativas que poderiam servir de base para um sistema IAV. São descritas as peculiaridades pertinentes a cada uma delas, o modo de funcionamento, bem como vantagens e desvantagens concernentes a cada alternativa. Após esta etapa, são apresentados alguns procedimentos de avaliação, objetivando eleger o sistema mais adequado à realidade brasileira. Primeiramente, é mostrada uma análise com base na Metodologia da Análise Hierárquica – MAH. Em seguida, é apresentado um segundo procedimento de análise, com o intuito de avaliar o problema sob uma outra ótica.

Apesar de um sistema IAV exigir a participação de vários agentes, serão apresentados neste momento do trabalho apenas dois deles. O primeiro deles é o usuário, com seu veículo. Corresponde a aquela personagem que irá consumir os serviços oferecidos pelas facilidades, utilizando para isto o sistema IAV. Ou em outras palavras, corresponde àquele para o qual as funções do sistema IAV são disponibilizadas. O segundo personagem, ou agente, corresponde ao operador do sistema. É aquele encarregado de operar o sistema IAV de modo a cumprir as diversas funções a que se propôs, tais como cobrança de tarifas, controle de acesso, fiscalização da circulação viária, e assim por diante.

Cabe ainda destacar a definição de “facilidade” neste estudo. Como tal entende-se a oferta de serviço ou produto que está sendo oferecido ao usuário. Uma facilidade pode ser um posto de abastecimento, uma rodovia, uma loja “*drive thru*”, um estacionamento, entre outros.

4.2) Cenário GPS/GSM

O uso de satélites para identificação automática de veículos torna-se factível, a partir do momento que se usam os sistemas que permitem o conhecimento da posição em solo. Dos sistemas vistos, o único que se pode considerar como viável de utilização é o GPS americano. Os sistemas russo e europeu, que também poderiam servir para esta aplicação, ou estão degradados por falta de fundos, ou encontram-se ainda em fase de desenvolvimento. Ambos enfrentam problemas, principalmente no que tange a fontes de financiamento.

O sistema vislumbrado a funcionar no Brasil foi baseado em experiências relatadas anteriormente, e seria composto de:

- ✓ sinais emitidos pelo sistema GPS
- ✓ unidade embarcada no veículo (IVU - *In-Vehicle Unit*)
- ✓ sistema de transmissão de dados via telefonia celular (GSM)

Cada veículo possuiria uma unidade embarcada (IVU), semelhante a um microcomputador, a qual deveria possuir um sistema de fixação no veículo tal que, caso fosse arrancada ou invadida, sofreria danos irreparáveis, não mais podendo funcionar. Cada unidade embarcada, a qual funcionaria apenas nos períodos em que o veículo estivesse em funcionamento, possuiria em sua memória a identificação do mesmo, através de um único número de identificação, nos moldes do que acontece com os aparelhos móveis de telefonia celular. Possuiria também um mapa digital georeferenciado do sistema viário, contendo todos os pontos notáveis para os quais algum procedimento devesse ser ativado. Isto exigiria, como consequência, a confecção destes mapas para diferentes regiões do Brasil. Estes mapas deveriam ser também sistematicamente atualizados, de forma a incorporar novos pontos notáveis, proceder a exclusão daqueles que deixaram de existir, bem como possíveis alterações no sistema viário. A atualização destes mapas pela IVU ocorreria sempre que existissem atualizações, ou ainda, quando o veículo estivesse circulando por uma área que não fosse a sua original. Esta atualização se daria através de um processo de “*download*” a partir do operador do sistema, o qual teria a incumbência de identificar a necessidade de alguma atualização.

Neste mapa digital geo-referenciado estariam destacados todos os eventos para os quais fosse necessária a ativação de algum procedimento. Estariam em destaque, por exemplo, todos os postos de abastecimentos que estivessem inseridos na forma de pagamento através do veículo, estariam também realçados todos os acessos às vias que possuíssem algum tipo de fiscalização, ou ainda que fossem tarifadas para os veículos que nela trafegassem. Com base nos dados enviados pelos satélites GPS e neste mapa digital, a IVU seria capaz de, a todo o momento, reconhecer a posição do veículo no sistema viário com base nas suas coordenadas geográficas. Assim sendo, seria possível obter um inventário completo de toda a movimentação do veículo, como as ruas e estradas utilizadas, extensão de trechos percorridos, velocidades médias e máximas, tempo de parada, entre muitas outras informações. A figura 4.2.a mostra a representação gráfica do sistema proposto.

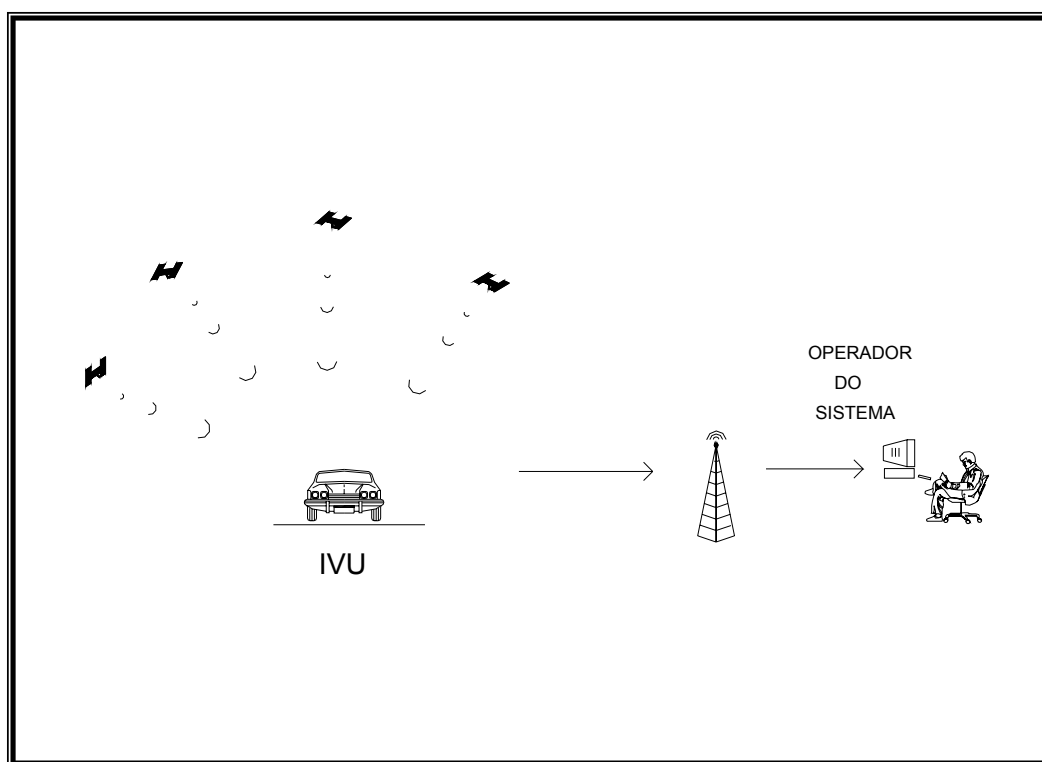


Fig. 4.2.a – operação do sistema – cenário GPS/GSM

Desta forma o ingresso em um posto de abastecimento, por exemplo, seria reconhecido pela IVU, a qual solicitaria uma permissão ao operador do sistema. Este, dependendo da conformidade dos dados do solicitante, enviaria um sinal à facilidade, liberando a

bomba para enchimento do tanque após a identificação do proprietário através de uma senha, por exemplo.

O ingresso do veículo em uma estrada pedagiada corresponderia a uma comunicação da IVU ao operador do sistema, repassando todas as informações correspondentes ao evento, tais como código da rodovia e local de ingresso, dia e hora, e assim por diante. Ao deixar a rodovia, o mesmo procedimento se repetiria, possibilitando ao operador do sistema calcular a tarifa a ser cobrada do usuário em função da distância percorrida. Esta mesma sistemática serviria também para a aferição da velocidade, de modo a coibir o desrespeito aos limites máximos. A diferença entre os tempos de saída e de entrada, acrescida de uma tolerância, seria a referência para aferir a velocidade desenvolvida pelo veículo durante o período de tempo que ele circulou pela via. Possíveis paradas em postos de abastecimento e restaurantes a beira da estrada seriam identificados pelo sistema, e o tempo de permanência nestes locais descontado da duração da viagem, visando aperfeiçoar o processo de fiscalização da velocidade máxima.

As demais aplicações seguiriam a mesma lógica. O monitoramento do transporte público por ônibus, por exemplo, seria realizado pelo operador do sistema, o qual identificaria a posição de cada veículo a partir das informações por ele recebidas através da tecnologia GSM. O mesmo aconteceria para outras aplicações, tais como o controle de acesso, entre outros.

De forma a eliminar a possibilidade de circulação de veículos inabilitados, ou seja, que não estivessem com a respectiva unidade embarcada em operação, seriam criados pontos de checagem espalhados pelo sistema viário. Estes locais poderiam estar em vias de grande circulação de veículos, ou em acessos estratégicos de entrada e saída de uma região. Seriam implantados, em determinadas seções da via, câmeras fotográficas nos moldes destas hoje utilizadas na fiscalização do tráfego urbano. Ao se aproximar da seção, a IVU automaticamente estabeleceria um contato com o operador do sistema, de forma que quando passasse pela seção em questão, ambos os lados estivessem em sintonia. Complementarmente às câmeras, existiriam sensores instalados no local, de forma a detectar a presença de veículos. A presença de algum destes sem o correspondente contato com a central ativaria a câmera para identificação do veículo

irregular. A fotografia do veículo irregular seria transmitida ao operador do sistema para tomar as providências devidas.

A principal vantagem deste sistema é flexibilidade que ele possibilitaria aos seus administradores. Por não necessitar quase nenhuma intervenção física, seria possível promover mudanças e alterações lógicas ao invés de físicas, trocando-se de lugar os pontos notáveis, tais como os locais de coleta de tarifa, ou ainda, de monitoramento da frota de ônibus. No caso de transmissão via GSM, a possibilidade de um centro de controle poder estar em contato com os veículos a qualquer momento, consistiria em uma utilíssima ferramenta. Por exemplo, veículos acidentados ou com problemas mecânicos poderiam ser imediatamente localizados, uma vez que a sua posição geográfica seria conhecida, bastando para tanto que a IVU iniciasse um canal de comunicação com o operador do sistema. Da mesma maneira, veículos em situação irregular poderiam ser continuamente rastreados, passando estas informações para a esfera policial. Uma outra vantagem seria a possibilidade de aplicações que exigissem um nível de complexidade maior, como direcionamento de rotas ou “*route guidance*”. O nível de sofisticação da unidade embarcada, necessária para efetuar todo o monitoramento como dito acima, provavelmente possuiria recursos suficientes para operar um sistema de orientação ao usuário em relação ao itinerário mais adequado em função do destino escolhido.

Como desvantagens, podem-se citar algumas. A primeira delas, e uma das mais importantes, diz respeito ao fato de que a administração do sistema GPS está fora dos domínios e vontade brasileira. Por decisão do governo americano, o GPS pode novamente sofrer um processo de degradação intencional (como já ocorreu no passado), ou mesmo ser desligado, sem estabelecimento de qualquer vínculo com o Brasil. Cabe salientar que alguns usuários utilizam receptores especiais, os quais não estariam sujeitos à S/A (*Selective Availability*). Por outro lado, como os sinais são inteiramente livres de qualquer taxa e podem ser utilizados por qualquer pessoa que possua um receptor GPS, o uso do sistema em épocas de guerra por inimigos americanos é plenamente factível, tornando a adoção da degradação intencional S/A uma hipótese mais viável ainda (Volpe,2001). Cabe ressaltar, no entanto, que a adoção de medidas desta natureza teria um custo social muito alto, mesmo nos EUA, pois o uso do sistema

GPS pelo segmento civil está muito disseminado. Este fato seria um inibidor para uma tomada de decisão deste tipo. Contudo, alguns analistas lembram que a constelação de satélites GPS poderia se constituir em um alvo de terroristas, em uma tentativa de infligir sofrimento e desorganização à sociedade americana (Volpe,2001).

Uma outra desvantagem diz respeito ao maior custo decorrente da comunicação entre o veículo e o operador do sistema, e entre este e a facilidade, mesmo valendo-se de ferramentas especiais, tais como o GPRS (*General Packet Radio Service*). No exemplo apresentado anteriormente referente à

compra de combustível, seria necessária a comunicação do veículo com o operador do sistema, solicitando a permissão para uso da facilidade, e um novo procedimento de conversação daquele para a facilidade, liberando a transação de compra de combustível (ver figura 4.2.b). O mesmo aconteceria no ingresso em garagens e estacionamentos, compra de “*fast food*”, e assim por diante. Em suma, o componente referente à comunicação remota seria significativo neste cenário, em virtude da necessidade de se ter os *links* de ida e de volta.

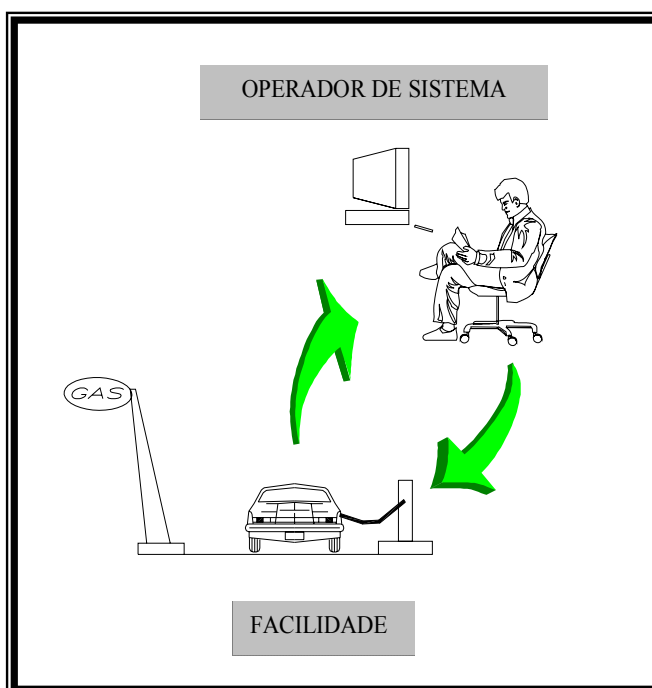


Figura 4.2.b – transmissão de dados entre

Pode-se citar ainda a sofisticação dos equipamentos embarcados como inconveniente relacionado ao uso desta tecnologia para o fim aqui proposto. Além de um receptor GPS e de uma unidade de processamento para operar os mapas digitais, a IVU deveria possuir ainda capacidade de comunicação com o operador do sistema, para transmitir e receber dados. Quanto mais sofisticado e complexo é o dispositivo no veículo, mais cara e complicada se torna a sua manutenção. O tempo de vida de todo o equipamento é limitado à duração de cada componente, aumentando as chances de trocas prematuras

em relação a vida média do veículo. Cabe lembrar que, por ser um sistema oficial, qualquer possibilidade de fraude deve ser evitada. Por isto mesmo, os trabalhos de manutenção das unidades embarcadas não poderiam ser realizados por qualquer entidade, mas somente por pessoas autorizadas pela autoridade de trânsito. Procedimentos para homologação de oficinas credenciadas por todo o país, bem como a fiscalização destas no combate a fraudes, poderiam se tornar complicadores para adoção de um sistema baseado nesta tecnologia.

4.3) Cenário Telefonia Celular (TEL CEL)

Como já visto, um sistema automático de identificação de veículos deve estar sempre associado à localização dos mesmos, uma vez que as aplicações que farão uso deste sistema serão sempre em função de locais pré-definidos por sobre o globo terrestre, isto é, com coordenadas geográficas que traduzam a localização exata do ponto. É o caso, por exemplo, da cobrança de tarifas de pedágio. Seja a mesma realizada através de um sistema fechado (registro no momento de ingresso na rodovia, cobrança na saída) ou aberto (cobrança em determinadas seções ao longo da rodovia), os pontos de identificação do veículo são amarrados em função das suas coordenadas geográficas. O mesmo vale para a cobrança de vagas de estacionamento ou para aquisição de produtos (compra de combustível, por exemplo), já que estes locais são perfeitamente conhecidos através suas coordenadas geográficas.

Assim sendo, a utilização de um sistema de telefonia móvel como tecnologia para identificação eletrônica de veículos só passa a ser viável a partir da implantação de sistemas de localização (LBS – *Location Based Services*) pelas companhias operadoras, nos moldes do que foi exigido pelo FCC (*Federal Communication Commission*) para os EUA. Apenas a informação sobre a célula em que se encontra o veículo não é suficiente para precisar a localização do mesmo.

Por outro lado, entre as soluções apontadas pela indústria, ou seja, entre as alternativas baseadas em aparelhos (*handset based*) e aquelas baseadas na rede (*network based*), apenas esta última seria apropriada para o propósito em questão. Um sistema de identificação automática de veículos (IAV) deve funcionar independentemente da vontade do motorista. O registro de uma infração, por exemplo, deve ser um procedimento inerente ao desejo do condutor, caso contrário o sistema de fiscalização se tornaria totalmente desacreditado. Na solução baseada no aparelho, este tem a atribuição de determinar a sua localização, para então poder transmitir suas coordenadas para uma central. Deste modo, ou o usuário iniciaria uma chamada cada vez que necessitasse transmitir sua posição, ou seu aparelho deveria permanecer em contato permanente com a central através de um canal de comunicação, como se fosse uma ligação comum. Ambas as hipóteses não são viáveis, já que a primeira é função do desejo do usuário, e a segunda acarretaria custos extremamente altos, inviabilizando o sistema. Já em relação

às soluções baseadas em rede, este problema não existiria. Desde que o telefone estivesse ligado (*ON*), seus sinais seriam captados pelas antenas (Estações de Rádio Base – *ERB's*), independente se estivesse realizando ou não uma chamada.

Um sistema de IAV poderia utilizar, para cada veículo, um aparelho celular nos moldes daqueles que existem no mercado, evidentemente sem alguns componentes como capas e teclas, os quais não seriam necessários. Esta unidade embarcada, a ser referida daqui em diante como *OBU (On Board Unit)*, ficaria engastada em um lugar de difícil acesso, para minimizar a possibilidade de violação, e funcionaria a partir da bateria do veículo. Toda vez que o motor entrasse em funcionamento, automaticamente o dispositivo passaria seu estado também para “*ON*”. Quando o veículo estivesse desligado, o mesmo aconteceria com ele. Nos moldes do que acontece atualmente em relação aos terminais móveis, existiria um número identificador do aparelho e um número pelo qual ele seria acessado pelo sistema.

Em suma, o sistema em análise seria constituído por:

- ✓ unidades embarcadas nos veículos (*OBU's*).
- ✓ antenas especiais para captura dos sinais enviados pelas *OBUS's*.
- ✓ central de comutação móvel (*MSC*), para recebimento dos sinais captados pelas *ERB's* e processamento dos mesmos.

A operação do sistema proposto seria muito parecida com aquela vista no item anterior, com uma diferença básica. O processamento para identificação da localização, ao invés de ser realizado pela própria unidade embarcada no veículo, seria agora efetuado na *MSC*. A partir dos sinais emitidos pelas unidades embarcadas (*OBU's*) e captados pelas *ERB's* (Estações Rádio Base), seria-se capaz de identificar a posição do veículo sobre um mapa digital geo-referenciado localizado na *MSC* (Central de Comutação Móvel). Neste mapa estariam em destaque todos os pontos notáveis, tais como ingressos de rodovias, locais de compra de produtos e serviços, entre outros, para os quais seria necessário ativar algum, ou alguns, procedimentos. Por exemplo, ao encostar seu veículo junto a uma bomba de abastecimento de um posto de combustível, o usuário teria o sistema identificando seu veículo e liberando a bomba para a compra do

combustível, de acordo com algum procedimento de segurança (introduzir uma senha, por exemplo).

Este sistema teria as mesmas vantagens vistas para o cenário GPS/GSM apresentado anteriormente. Mas teria algumas desvantagens a mais. A principal delas diz respeito ao custo de implantação e operação. Os equipamentos que captam os sinais dos terminais móveis são sofisticados, e conseqüentemente possuem custos de aquisição e manutenção que não seriam suportados por vários operadores individualmente. Isto seria um desestímulo a adoção dos procedimentos informatizados para substituir aqueles realizados manualmente. Assim sendo, seria muito mais racional entregar o sistema para operadores especializados, os quais já detêm tecnologia e conhecimento na área. Seria previsível que operadores de sistema tivessem que se associar à operadoras de telefonia celular que hoje já operam no mercado. Isto é mais um complicador, pois traria outras exigências institucionais, como por exemplo, a obrigatoriedade de adequação das companhias de telefonia móvel, a semelhança do que vem ocorrendo nos EUA. E mais, o aumento da quantidade de agentes envolvidos no processo, com seus custos e expectativas de lucro, iria-se constituir como mais um obstáculo à implantação do sistema IAV, função de novos interesses que surgiriam decorrente da participação de novos personagens. A figura 4.3.a mostra a operação do sistema.

Uma outra desvantagem é a precisão na determinação da localização da OBU. As metas fixadas pelo governo americano, para o caso das soluções em rede (*network solutions*), consideraram que a precisão deve ser de 50 metros a 100 metros na maioria dos casos (www.fcc.gov/911/enhanced). Evidentemente a indústria obteve resultados bem mais apurados, mas não o suficiente para viabilizar operacionalmente algumas aplicações. Fontes consultadas afirmam que esta distância pode chegar até um mínimo 15 a 20 metros (Hayes, 2003), isto em condições ótimas (posição das antenas em relação ao veículo). Cabe lembrar que nas zonas rurais, devido as maiores dimensões das células, esta precisão pode cair. Algumas aplicações requerem um sistema mais preciso. No abastecimento de veículos, por exemplo, bombas de abastecimento de postos diferentes podem estar a menos de 15 metros de distância. Usuários cometendo infrações em um trevo entre duas rodovias podem também levar a registros errados, inviabilizando o sistema.

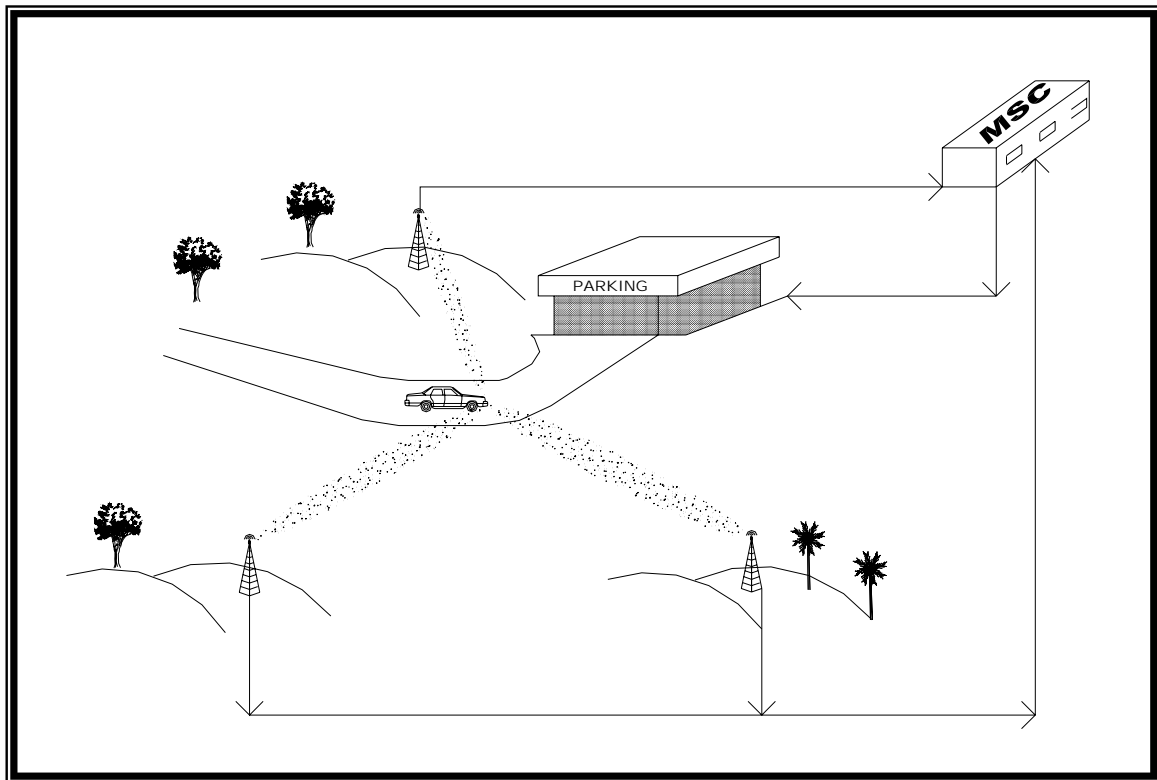


Fig 4.3.a- operação do sistema – cenário LBS

Quanto aos custos, é difícil mensurar, pois a maioria dos sistemas implantados encontra-se em fase de experiência, mesmo nos EUA. Mas pode-se supor que sejam consideravelmente altos em relação às demais tecnologias, pois novos dispositivos de alta precisão deveriam ser instalados nas torres (ERB's) já existentes, além da necessidade dos operadores de telefonia móvel, com seus próprios interesses.

4.4) Cenário OCR (*Optical Character Recognition*)

O sistema vislumbrado para operar através do reconhecimento e identificação das placas de veículos teria duas grandes diferenças em relação aos dois sistemas apresentados anteriormente. A primeira delas seria que os veículos não necessitariam de nenhum *upgrade*, pois o elemento identificador já existe: são as suas placas de identificação. Assim sendo, nenhum dispositivo novo precisaria ser introduzido no veículo. A segunda diferença seria a de que os procedimentos de identificação seriam todos locais, não necessitando mais de sinais de satélites ou leituras de sinais por antenas remotas. Neste caso, portanto, a localização do veículo seria dada pela própria localização do dispositivo identificador do veículo, ou seja, as câmeras para captura das imagens. Com isto, a necessidade de se manter mapas digitais atualizados do sistema viário, seja na unidade embarcada do veículo, seja em uma central, já não mais existiria. A redução de custos, neste caso, também seria crucial. Ao invés de todos os veículos necessitarem transmitir dados para uma central, com um sistema de LPR apenas a estação local transmitiria informações, já que os dados dos veículos serão coletados e reconhecidos localmente pela referida estação.

O sistema a ser analisado seria constituído de câmeras associadas a processadores, denominados daqui por diante como Unidades Locais de Identificação Veicular (ULIV). Estas unidades de identificação teriam como atribuição identificar os veículos, e ativar os procedimentos pertinentes. Por exemplo, no caso de um estacionamento, a ULIV identificaria o veículo na entrada e na saída, guardando estes momentos no banco de dados do operador do sistema, para posterior processamento. No caso de um posto de abastecimento, o procedimento seria semelhante. Ao estacionar junto a bomba de abastecimento, o proprietário teria seu veículo identificado pelo sistema. Caso seu registro estivesse em conformidade com todas as exigências, o proprietário seria autorizado a iniciar o abastecimento do veículo, após a introdução de uma senha com vistas à segurança da transação. Ao final do processo, a quantidade de litros de combustível comprados, associada ao custo unitário, seria guardada no banco de dados do operador do sistema, para posterior cobrança.

Na cobrança de pedágio ou tarifas de utilização, os procedimentos seriam parecidos. Os veículos, ao cruzarem seções específicas do sistema viário, teriam suas licenças capturadas e identificadas. Estas seriam então transmitidas para o centro de controle do operador do sistema para efetuar os procedimentos de cobrança. A fiscalização de trânsito se daria de modo análogo. Os veículos infratores teriam suas placas de identificação reconhecidas pelo sistema, e esta informação seria então enviada a uma central para notificação e atuação do infrator. A ULIV, através de um modem, seria programada para efetuar a transmissão de dados por pacotes, em horários pré-definidos. Esta poderia guardar placas de veículos procurados por cometimento de delitos graves. Neste caso, ao reconhecer alguma licença que estivesse nesta situação, uma comunicação à autoridade policial poderia ser feita em tempo real, com vistas ao rastreamento do veículo em questão. Associada à ULIV (Unidade Local de Identificação Veicular) existiria sensores no pavimento ou suspensos sobre a via, câmeras para captura das imagens, e um sistema computacional local, para processamento das imagens. Um veículo, ao ser detectado pelos sensores, acionaria o sistema para obtenção de uma ou mais fotografias com vistas a identificação veicular. Estas imagens seriam enviadas para a unidade computacional local (ULIV), de modo a realizar o processamento da imagem para o correto reconhecimento do veículo. Uma vez obtida a identificação, os procedimentos pertinentes seriam então tomados. Poderia ser a transferência da informação para um banco de dados local, ou para um centro de controle remoto.

Como todo o sistema se baseia na captura de imagens, a identificação do veículo poderia estar sempre acompanhada da fotografia do mesmo, para possíveis comprovações que se fizessem necessárias ou ainda, para autuar veículos com placas irregulares. A Figura 4.4.a apresenta, de forma esquemática, a operação do sistema.

Um sistema OCR (*LPR - License Plate Recognition*) teria grandes vantagens sobre os demais já vistos. Como já falado, a mais importante seria o custo de operação. Enquanto nos demais sistemas todos os veículos deveriam manter uma comunicação com uma central remota, nem que seja para captura dos sinais enviados pela unidade embarcada, no caso de sistemas de LPR esta exigência desapareceria. Os veículos seriam detectados e identificados localmente, e apenas a estação local necessitaria enviar dados a distância. Os custos referentes aos procedimentos de transmissão de dados seriam

significativamente reduzidos. Uma outra grande vantagem seria a de que os veículos não necessitariam de qualquer modificação para introdução de uma unidade embarcada, uma vez que o elemento identificador já existe, isto é, as placas dianteira e traseira do veículo.

Como desvantagem, pode-se citar o aspecto da confiabilidade. Um sistema de identificação de veículos adotado como padrão deve ser plenamente confiável, mesmo nas situações mais adversas. Isto, infelizmente, não pode se garantir utilizando-se sistemas com base na identificação de placas de veículos. Primeiramente, porque de todas as experiências analisadas e de todos os sites de fabricantes visitados, nenhum deles garantiu cem por cento de eficácia sob as mais diferentes condições possíveis. São capazes de garantir eficácia plena apenas em determinadas situações, como por exemplo, uma entrada de garagem. Neste caso, está-se garantindo condições ótimas de operação em cem por cento das vezes, como nível de iluminação sem grandes variações, velocidade do veículo zero ou quase zero, condições climáticas favoráveis, e assim por diante. Mas quando outros fatores começam a ser introduzidos no contexto, este nível de certeza não pode ser mais garantido.

A segunda razão pela qual não se pode garantir uma eficácia plena, é que algumas placas não podem ser identificadas nem mesmo a olho nu. Em algumas delas, até mesmo para um agente policial em frente ao veículo é difícil a sua identificação. Sem mencionar o caso de placas falsas, ou “placas frias”. Nesta situação, o reconhecimento do delito só acontece com o exame detalhado da documentação do veículo e consulta ao banco de dados do DETRAN.

Esta questão já foi abordada no capítulo 2 da presente dissertação, como uma das justificativas que levaram a realização deste trabalho. Esta seria uma razão contundente que levaria a se descartar esta tecnologia, mantendo assim a coerência com o que foi apresentado no capítulo inicial.

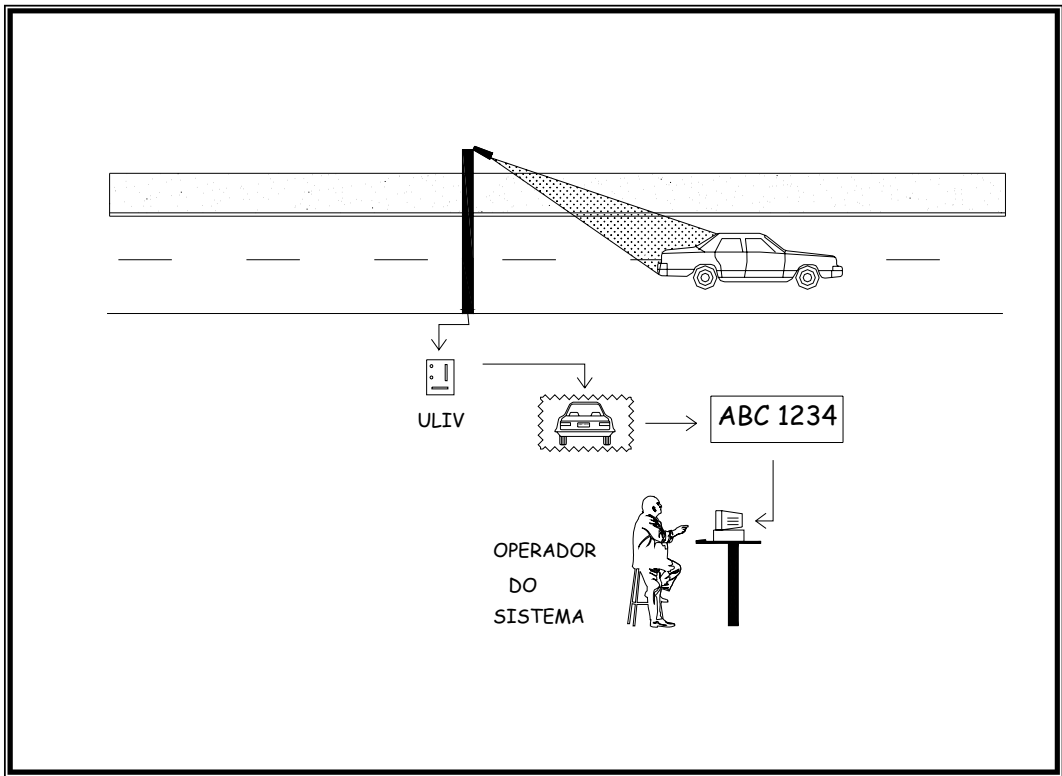


Fig 4.4.a - operação do sistema – cenário LPR

4.5) Cenário DSRC (*Dedicated Short Range Communication*)

Um sistema DSRC para identificação automática de veículos seria muito parecido com um sistema de reconhecimento ótico das placas veiculares, apresentado anteriormente. Possuiria as mesmas vantagens descritas em relação às duas outras tecnologias, isto é, GPS/GSM e telefonia móvel. O fato de a identificação veicular ser efetuada no local, faria com que a localização do veículo fosse dada pela própria localização do dispositivo. Este fato, além de aumentar a precisão no conhecimento da real posição do veículo, resultaria em uma grande economia em relação aos custos de operação do sistema, uma vez que não mais existiria a necessidade de sistemas de transmissão de longa distância a partir dos veículos e das facilidades. Em outras palavras, todos os procedimentos poderiam ser efetuados localmente. A transmissão de dados não mais estaria associada a cada veículo, mas sim de acordo com a conveniência do operador. As informações de todos os veículos poderiam ser transmitidas em um pacote único, e não mais por veículo individualmente, como deveria acontecer no caso daquelas tecnologias.

Em um sistema utilizando transponders, cada veículo possuiria um ou mais tag's, fixados em diferentes locais do veículo (no caso de mais de um dispositivo), de modo a dificultar procedimentos de falsificação. Além disto, este(s) dispositivo(s) deveria(m) possuir propriedades que o inutilizasse(m) em caso de remoção não autorizada.

O sistema IAV a base de rádio frequência seria constituído por:

- ✓ tags afixados em veículos
- ✓ antenas e transceivers (leitores) posicionados nas facilidades
- ✓ unidades locais de processamento (ULP)

Assim sendo, um veículo ao ingressar em um estacionamento, seria identificado através de seu tag o qual seria lido por uma antena (leitor). A identificação do veículo, juntamente com a hora de entrada seria então armazenada em um arquivo temporário. Quando deixasse o estacionamento, o veículo seria novamente identificado, e o horário de saída seria então comparado com o horário de entrada, permitindo determinar o

tempo de utilização do espaço. Estes dados poderiam ser então armazenados em um banco de dados, juntamente com outros registros daquele usuário, de modo que a cobrança fosse feita em um único momento, trazendo economias para os operadores e conveniência para o usuário.

Os procedimentos de fiscalização seriam muito semelhantes. A fiscalização da velocidade máxima regulamentar, por exemplo, poderia não estar mais associada a uma seção específica da via, mas a todo um trecho da mesma. O veículo, ao entrar na via, seria identificado, juntamente com o horário de ingresso. O mesmo aconteceria quando deixasse a via. Os tempos de entrada e saída seriam então comparados, e se a diferença entre eles fosse menor que um mínimo tolerado, o qual estaria associado a uma determinada velocidade, o veículo seria então autuado.

O veículo ao se aproximar do leitor, teria seu tag ativado, o qual transmitiria a sua identificação para o leitor. Este, após codificar os caracteres, repassaria esta identificação para a unidade de processamento local, a qual se encarregaria de tratá-la e enviá-la ao operador do sistema. Esta unidade local de processamento poderia guardar identificações de veículos procurados, e caso detectasse a presença de algum veículo assim categorizado, uma comunicação especial seria realizada, solicitando o envio da mensagem para a esfera competente.

Um sistema DSRC apresentaria enormes vantagens sobre o sistema GPS e telefonia celular. A primeira, já mencionada, seria a de não mais exigir uma transmissão de dados a partir do veículo. A segunda seria a de exigir equipamentos de bordo sem grandes sofisticções. Tais fatos acarretariam uma significativa redução de custos em relação as demais alternativas, não apenas por eliminar a etapa de transferência de dados, mas também por permitir o uso de unidades embarcadas mais simples, o que traria como consequência um menor custo de manutenção e uma vida média mais longa. A figura 4.5.a apresenta, esquematicamente, a operação proposta para o sistema DSRC.

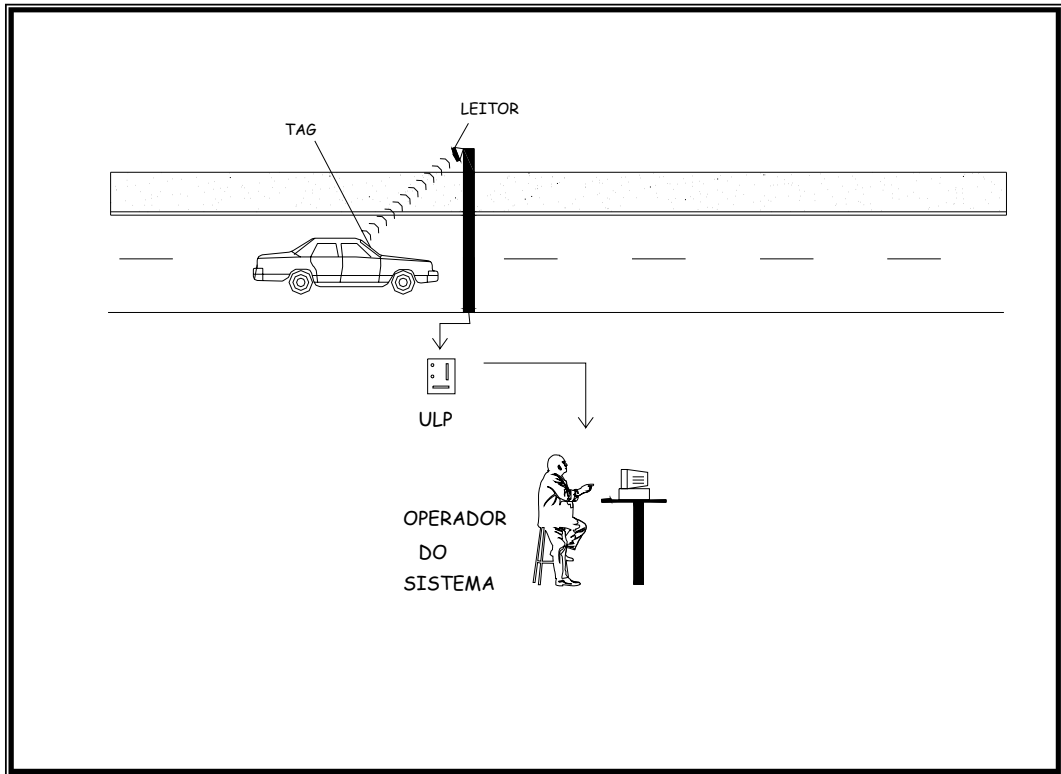


Figura 4.5.a – OPERAÇÃO DO SISTEMA - DSRC

4.6) Premissas Básicas

Antes de se iniciar as avaliações para eleger o sistema mais apropriado a realidade brasileira, é importante colocar quatro premissas básicas. A primeira delas consiste em que a tecnologia escolhida serviria de base para a adoção de um novo sistema de Identificação Automática de Veículos (IAV), em complementação àquele vigente, preconizado pelo CTB – Código de Trânsito Brasileiro. Tal sistema, inicialmente optativo, tornar-se-ia compulsório a médio e longo prazo. E, uma vez implantado, faria parte do registro veicular, assim como são hoje as placas dianteira e traseira, bem como as demais inscrições no corpo do veículo. Ou seja, o registro veicular, além de considerar os procedimentos atuais, abrangeria também os novos procedimentos propostos. E, da mesma forma que um veículo não pode circular hoje sem que as correspondentes licenças dianteira e traseira estejam apropriadamente fixadas e em bom estado de conservação (Art. 221 - CTB), o mesmo aconteceria com os veículos que não estivessem com seu sistema eletrônico de identificação operando da maneira prevista, ou seja, eles também deveriam ser retirados de circulação até que o problema estivesse sanado. A única exceção, em relação ao que foi dito, seria em relação ao sistema OCR, o qual não exigiria a instalação de qualquer unidade embarcada no veículo. Evidentemente, alterações deveriam ser feitas na legislação atual, de maneira a obrigar que os proprietários de veículos mantivessem seus respectivos sistemas de identificação eletrônica em perfeito estado de funcionamento, de forma semelhante como eles devem proceder em relação às placas de identificação de seus veículos. A proposta aqui apresentada é a de que, em um futuro não muito distante, todos os veículos rodoviários sujeitos à identificação veicular contemplem também o registro eletrônico para poderem circular pelo país.

A segunda premissa diz respeito à abrangência do novo sistema de identificação automática de veículos. Sua abrangência deveria ser nacional, e nunca regional. Isto quer dizer que todos os padrões, regulamentações e procedimentos deveriam ser únicos para todas as unidades da federação. Pelas seguintes razões:

- i) Como expressa o CTB em suas Disposições Preliminares, a abrangência do sistema de trânsito é nacional, devendo todos aqueles que circulam com seus veículos em ruas e estradas brasileiras seguirem os mesmos preceitos. E o

registro e identificação veicular não poderiam seguir um comportamento diferente. Pode-se supor, por exemplo, o que aconteceria se as placas dos veículos registrados na região Nordeste fossem constituídas apenas de caracteres alfabéticos, enquanto aqueles emplacados na região Sul tivessem licenças compostas por três caracteres numéricos seguidos de dois alfabéticos, enquanto aqueles emplacados na região Sudeste tivessem suas placas de identificação constituídas de dois caracteres alfabéticos seguidos de dois numéricos. Não é difícil imaginar o caos que seria administrar um sistema assim, e o que aconteceria, por exemplo, quando um carro emplacado no Ceará fosse infracionado na Cidade de São Paulo, ou mesmo quando houvesse alteração de endereço de uma região para outra. Tal perspectiva inviabilizaria por completo a implantação de um cadastro nacional único de veículos devido às diferenças entre procedimentos.

- ii) Uma abrangência regional acarretaria custos para os usuários, exceto em relação à alternativa OCR. Um proprietário que mudasse de domicílio de uma região para outra deveria adequar o sistema de identificação eletrônica de seu veículo para um novo padrão. Por outro lado, não é difícil observar empresas deslocando suas frotas de veículos para outros estados, de modo cumprir contratos temporários, tendo que retornar seus veículos após o fim dos trabalhos. Os custos associados a cada transferência para adequar a frota ao novo sistema de identificação eletrônica consistiriam um peso para as empresas, dependendo do tamanho de suas frotas. Como será visto adiante, uma das características deste novo sistema seria a de que ele acarretasse o menor custo possível para a sociedade, em especial para os proprietários.
- iii) O Brasil tem sua matriz de transporte calcada principalmente no sistema rodoviário. Cargas são transportadas entre as diversas regiões do país. Isto obrigaria a que os transportadores equipassem seus veículos com todos os padrões existentes no país. E cada vez que surgisse um novo padrão, novos custos seriam necessários para adequar a frota ao novo padrão.

- iv) A adoção de um padrão único favoreceria a produção em larga escala, reduzindo custos. Padrões regionais restringiriam a produção, reduzindo o ganho de escala. Por outro lado, a abertura de todas as especificações e protocolos para a sociedade permitiria que várias empresas atuassem na fabricação dos dispositivos para identificação automática de veículos, não apenas influenciando positivamente para a consolidação do sistema, mas também possibilitando o surgimento de uma concorrência saudável entre competidores, o que refletiria na qualidade e preço dos produtos. Padrões regionais dificultariam esta abertura, restringindo o ambiente competitivo que seria saudável para toda a sociedade.

A terceira premissa consiste em que o padrão de um novo sistema de identificação automática de veículos deveria ser único para o maior número possível de aplicações. Não tem sentido imaginar o uso de sistemas diferentes na compra de produtos e serviços, no controle de acessos e pagamento de tarifas. Um padrão único trará eficiência na operação, bem como economia e comodidade ao usuário. Para fins deste trabalho, foi dado um enfoque maior às aplicações mais comuns ao cotidiano do brasileiro, como estacionamentos de rua e confinados, compra de produtos e serviços e, em especial, à cobrança de tarifas, devido aos benefícios que tal instrumento traria para toda a sociedade, como já visto anteriormente.

A quarta e última premissa diz respeito à capacidade de atrair novos proprietários de veículos para o sistema proposto. Quanto maior a quantidade de pessoas atendidas em suas necessidades, maior será a demanda em direção ao sistema IAV. Para isto, a alternativa escolhida deverá atender o maior número de atributos, da forma mais intensa possível. Isto nem sempre é viável, considerando-se as peculiaridades de cada tecnologia. Contudo, maximizar este binômio (quantidade de atributos e intensidade no atendimento ao atributo) é fundamental para que se atinja a maior quantidade de usuários. Esta foi a diretriz que norteou os trabalhos de avaliação apresentados adiante. Já a adesão de empresários comerciantes é função da demanda de clientes que eles poderão atender. Poucos clientes corresponderão a uma relação benefício-custo não atrativa para o empreendedor. Por outro lado, a percepção de que a quantidade de clientes pode aumentar em função da automatização dos procedimentos levará operadores a também fazerem parte do processo.

4.7) Indicadores Utilizados na Avaliação

A seguir são apresentados os indicadores selecionados, ou atributos, que serão utilizados na avaliação entre alternativas. Para cada um deles, é apresentada a definição para fins deste trabalho, ou seja, o que cada um representa no presente estudo.

- a) segurança contra fraudes
- b) eficácia
- c) sofisticação da UEV (Unidade Embarcada no Veículo)
- d) custo de operação

A) SEGURANÇA CONTRA FRAUDES

Como SEGURANÇA CONTRA FRAUDES entende-se a dificuldade imposta pelo sistema de ser adulterado ou burlado. Apesar de não ser possível afirmar que um sistema é totalmente seguro, quanto mais difícil for fraudá-lo, mais seguro ele é. Por exemplo, já foi visto aqui que o cenário OCR não ofereceria o nível de segurança exigido para um sistema IAV, devido ao fato de que as placas identificadoras de veículo não podem ser consideradas como um elemento digno de confiança. Este fato consiste, inclusive, em uma das razões que motivaram a realização deste trabalho, como mostrado no capítulo 2.

B) EFICÁCIA

Exprime a capacidade de se atingir o objetivo final da forma mais adequada, produzindo os resultados mais satisfatórios possíveis. A EFICÁCIA em um sistema IAV é traduzida através da acuidade, ou seja, o quanto próximo do nível ótimo se alcança. A acuidade pode ainda ser subdividida em dois quesitos. O primeiro diz respeito a eficácia na identificação do registro veicular. Por exemplo, se um sistema com base na tecnologia OCR reconhecesse (ou classificasse, para usar o termo correto) corretamente apenas seis dos sete caracteres de uma placa veicular, a acuidade alcançada foi de seis sétimos, ao

invés de cem por cento. Neste caso, não estaria-se obtendo a eficácia desejada, e o atendimento ao objetivo final estaria comprometido.

O segundo quesito é relativo a acuidade na identificação correta do local em que se encontra o veículo. A identificação veicular está intrinsecamente relacionada à localização do veículo. A cobrança de uma tarifa de pedágio, por exemplo, está sempre associada a uma seção do sistema viário, assim como a compra de combustível está sempre relacionada a localização do posto de serviço e, em última análise, da bomba de abastecimento. Desta forma, um sistema IAV deve ser eficaz não apenas na identificação do registro do veículo, mas também na determinação da sua localização. E a EFICÁCIA desejada deve ser tal que seja possível atender as mais diversas aplicações previstas. Por exemplo, deve ser capaz de distinguir a localização entre duas portas de garagens diferentes (uma ao lado da outra), de modo a não autorizar o ingresso na garagem errada. Deve ser tal que possa diferenciar, em um trevo de rodovias, em qual destas o veículo está trafegando, uma vez que o evento a ser registrado pode estar relacionado a apenas uma delas.

Cabe ainda definir o conceito de precisão. Para fins deste trabalho, precisão é definida como a capacidade do sistema de repetir a mesma EFICÁCIA desejada em todos os momentos e situações, independentemente da ocorrência de condições adversas (clima, construções, entre outras). Por exemplo, se um sistema é EFICAZ em oito de dez situações, ele não é totalmente preciso.

C) SOFISTICAÇÃO DA UEV (UNIDADE EMBARCADA NO VEÍCULO)

SOFISTICAÇÃO DA UEV está relacionada com o projeto da unidade embarcada nos veículos e, conseqüentemente, com os gastos de manutenção dos mesmos para o proprietário do veículo. Quanto maior a quantidade de componentes eletrônicos que compõe o equipamento, maiores são as chances de se gastar com recursos financeiros, não apenas com a aquisição do produto, mas também em função de problemas e defeitos neste dispositivo. Por outro lado, a sua durabilidade será dada pela vida útil dos vários componentes, o que aumenta as chances de substituições prematuras. Estes

inconvenientes são traduzidos em desembolsos financeiros, pois quanto maior a chance de defeitos e menor a vida útil do equipamento, mais chances se tem em gastar com reparação e substituição.

O indicador SOFISTICAÇÃO DA UEV está associado apenas aos gastos do proprietário, pois este é o segmento mais sensível às variações de custo. Para o segmento dos administradores de facilidade este indicador já não é tão importante, pois nenhum deles seria obrigado a adotar o novo sistema. A adesão ao sistema IAV seria uma decisão a ser baseada, de um modo geral, em estudos de viabilidade técnico-econômica, os quais deveriam avaliar o mercado de clientes e as interferências que os novos procedimentos acarretariam na gerência da empresa.

D) CUSTO DE OPERAÇÃO

O CUSTO DE OPERAÇÃO de um sistema IAV, para fins deste trabalho, exprime o quanto complexa é a cadeia de procedimentos para a sua operação, bem como a quantidade de agentes envolvidos no processo. Se um sistema IAV exige várias etapas no seu funcionamento, diz-se que ele é mais complexo em relação a um outro que apresente uma cadeia de processos mais simples. De forma análoga, quanto maior a quantidade de agentes envolvidos na operação do sistema, mais difícil será a convergência de interesses, comparando-se com alternativas envolvendo um menor número de personagens. Por outro lado, quanto maior a quantidade destes, maior deve ser a rentabilidade do negócio, uma vez que os lucros devem ser repartidos por um maior número de interessados. Enfim, quanto menos complexa for a cadeia de procedimentos, e menor a quantidade de agentes envolvidos, menor será o CUSTO DE OPERAÇÃO.

Uma vez descritos os atributos que servirão como indicadores na avaliação para a escolha da melhor alternativa, cabe ainda apresentar um novo conceito, restrito a este trabalho. Define-se como atributos positivos aqueles que, quanto maior em intensidade, mais satisfatório será o resultado esperado. Em contrapartida, define-se como atributos negativos aqueles que apresentam os resultados mais satisfatórios quanto menor for a

intensidade correspondente. Assim sendo, os atributos SEGURANÇA CONTRA FRAUDES e EFICÁCIA são atributos positivos, enquanto SOFISTICAÇÃO DA UEV e CUSTO DE OPERAÇÃO são atributos negativos. A figura 4.7.a mostra esquematicamente a definição de atributos positivos e negativos.

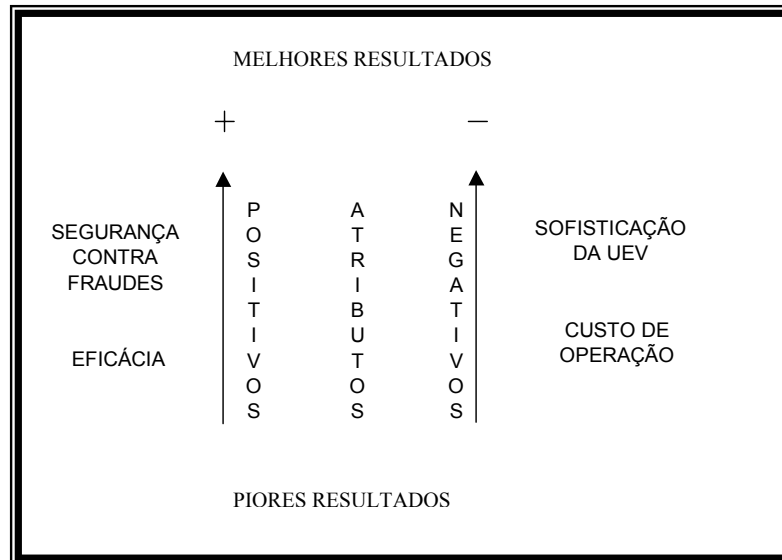


Figura 4.7.a – conceito de atributos positivos e negativos

A seguir são apresentadas as análises comparativas visando eleger o sistema mais adequado à realidade brasileira. Para isto, foram usados dois procedimentos de análise. O primeiro deles consiste no emprego da Metodologia da Análise Hierárquica, ou MAH, e o segundo em um procedimento desenvolvido exclusivamente para o trabalho em questão.

4.8) Metodologia da Análise Hierárquica (MAH)

4.8.1) Objetivos da MAH

Em muitos momentos o tomador de decisão se depara diante de um complexo sistema de informações, com inúmeras variáveis, tais como recursos disponíveis, demanda a ser atendida, resultados e objetivos a serem alcançados, e assim por diante. Geralmente estas redes de informações apresentam uma complexa interação entre seus elementos, cada um deles influenciando alguns ou todos os demais de maneiras e intensidades diferentes. O Objetivo da Metodologia da Análise Hierárquica - MAH -, desenvolvida por SAATY (1991) é contribuir para a resolução do problema, ajudando a alcançar o objetivo final da forma mais adequada.

A teoria se baseia no que parece ser o mais natural de todos os métodos, ou seja, no funcionamento do cérebro humano. Ao se deparar com algum problema, o processo natural é decompô-lo e assim minimizar a sua complexidade. Segundo SAATY, este é o processo fundamental de percepção: decomposição e síntese. Diante de uma situação complexa, com vários elementos envolvidos, é uma característica humana separá-los e agrupá-los segundo suas propriedades e características. E uma vez feito isto, o passo seguinte é definir como cada grupo influencia os demais, de que forma e com que intensidade. Termina-se por estabelecer uma hierarquia entre estes grupamentos, objetivando avaliar de forma mais meticulosa como os grupos dos níveis mais baixos influenciam aqueles do nível subsequente, e assim por diante. Isto é chamado de hierarquia.

Concluindo, a MAH objetiva formular problemas, incorporando conhecimento e julgamento de forma que os elementos envolvidos sejam claramente articulados, avaliados, debatidos e priorizados.

4.8.2) Processos de Medida e Julgamento

O modelo preconizado pela MAH deve incluir e medir todos os elementos importantes, qualitativamente e quantitativamente mensuráveis, sejam eles tangíveis ou não. Para isto, a MAH utiliza comparações paritárias entre elementos, de modo a avaliar a intensidade entre eles. Procedendo-se desta maneira, é possível obter uma consistência mais apurada no processo avaliatório, pois cada elemento é comparado paritariamente com todos os demais. Como exemplo para um melhor entendimento, imagina-se que se queira saber o peso relativo entre cinco diferentes objetos. Uma forma de se realizar isto seria imaginar o peso em gramas correspondente a cada um deles, talvez os comparando com o mais leve de todos, o qual poderia servir de padrão para medir os demais. Uma outra alternativa seria comparar cada objeto com todos os demais. É possível assim obter um *ranking* entre eles, desde o mais leve até o mais pesado. O que se tem em mente, procedendo-se assim, é aumentar a objetividade e reduzir, ao máximo, a subjetividade inerente ao ser humano.

4.8.3) Escala de Intensidade

A MAH, nas comparações paritárias, utiliza uma escala variando de 1 (um) até 9 (nove). SAATY (1991) demonstrou que este conjunto de valores é o mais apropriado à percepção humana para avaliar diferentes atributos. Segundo ele, algumas razões levaram a adoção desta escala:

- (i) as distinções qualitativas significativas na prática são precisas apenas quando os itens comparados possuem a mesma ordem de magnitude, ou seja, estão próximos em relação a propriedade usada para realizar a comparação. Ao contrário, uma comparação usando uma escala de zero ao infinito ($0 \rightarrow \infty$) acarretaria uma disparidade muito grande entre objetos, estimulando assim uma avaliação subjetiva, contaminando assim o processo avaliatório como um todo.
- (ii) segundo SAATY, a habilidade para fazer distinções qualitativas é bem representada por cinco níveis:

- ✓ igual
- ✓ fraco
- ✓ forte
- ✓ muito forte
- ✓ absoluto

Se uma precisão maior for necessária, valores adjacentes podem ser adotados, levando-se a utilização de uma escala de nove valores. Assim sendo, a escala de intensidade mostrada no QUADRO 4.8.1 é adotada (SAATY,1991):

QUADRO 4.8.1 – QUADRO DE INTENSIDADES

INTENS.	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÃO
1	Mesma importância	as duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	a experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra
5	Importância grande ou essencial	a experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra, sua denominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	uma atividade favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza

OBS: os valores 2,4,6 e 8 podem ser utilizados para exprimir situações intermediárias

4.8.4) Formulação do Problema – Hierarquização

A melhor maneira de se visualizar um problema, como já dito, é agrupando os elementos semelhantes e promovendo uma hierarquização entre grupamentos. Desta forma, um grupamento pode influenciar um outro, bem como também ser influenciado por um terceiro. Segundo a MAH, a hierarquização de um problema pode possuir a representação gráfica mostrada na Figura 4.8.a:

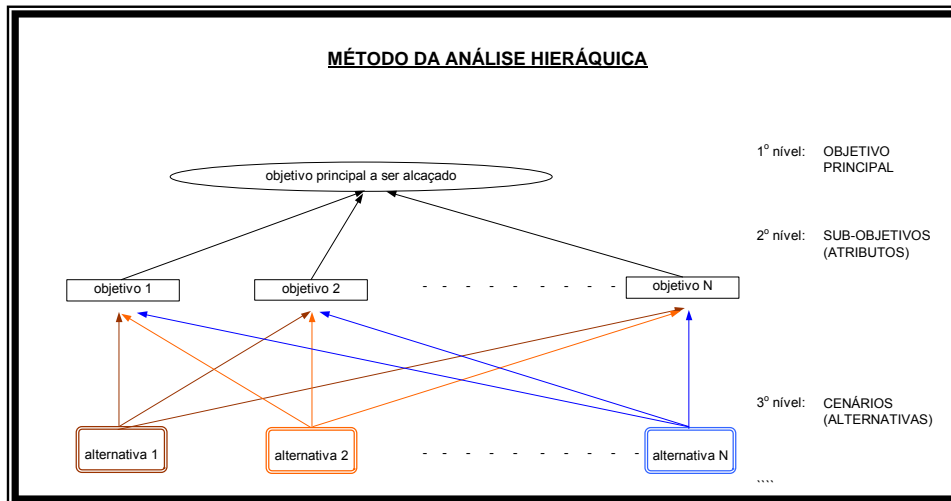


Figura 4.8.a - Hierarquização do Problema Segundo A MAH

O segundo e terceiro níveis podem ainda ser subdivididos, em função da complexidade do problema.

4.8.5) Procedimentos Matemáticos

O que se necessita agora é um meio para expressar como os agentes de um nível inferior afetam os agentes do nível mais imediatamente acima. Para isto, é utilizado o conceito de matrizes. Nestas, o conjunto de elementos a serem comparados são dispostos na primeira coluna e na linha superior da matriz, permitindo assim a comparação paritária entre elementos. A representação gráfica é apresentada a seguir:

	E_1	E_2	E_3	- - - - -	E_N	
E_1	a_{11}	a_{12}	A_{13}	- - - - -	a_{1N}	
E_2	a_{21}	a_{22}	A_{23}	- - - - -	a_{2N}	
E_3	a_{31}	a_{32}	A_{33}	- - - - -	a_{3N}	
⋮	⋮	⋮	⋮	- - - - -	⋮	
⋮	⋮	⋮	⋮	- - - - -	⋮	
E_N	a_{N1}	a_{N2}	a_{N3}	- - - - -	a_{NN}	

(I)

Cada célula da matriz expressa a avaliação comparativa entre os elementos, cujo valor deve ser coerente com o quadro de INTENSIDADES mostrado em QUADRO 4.8.1. Assim sendo, se o elemento E_i (constante na primeira coluna da matriz) possuir uma importância maior mas pequena sobre o elemento E_j (constante na linha superior da

matriz), então o valor a ser preenchido na célula correspondente deveria ser 3, de acordo com quadro de INTENSIDADES.

Segundo SAATY, assume-se que as preferências expressas são determinísticas ao invés de probabilísticas. Assim, as preferências permanecem fixas, além de não serem funções de outros fatores não incluídos no problema.

As seguintes propriedades são então válidas:

$$\text{Se } a_{ij} = x \text{ então } a_{ji} = 1/x \quad (\text{II})$$

$$\text{Se } i=j, \text{ então } a_{ij} = 1, \text{ pois se está comparando um elemento com ele mesmo.} \quad (\text{III})$$

Este procedimento é realizado para cada elemento do nível superior em relação ao conjunto de elementos do nível inferior desde, é claro, que haja uma interligação entre eles. Tratando as diversas matrizes de acordo com os procedimentos matemáticos desenvolvidos por SAATY (1991), obtêm-se vetores prioridades entre as alternativas em relação ao objetivo do nível imediatamente superior. Por exemplo, de acordo com a figura 4.8.a, obtém-se para o objetivo 1 um vetor de prioridade em relação às alternativas do nível inferior, tal que:

VETOR PRIORIDADE EM RELAÇÃO AO OBJETIVO 1	
ALTERNATIVAS	VETOR PRIORIDADE
Alternativa 1	P_1
alternativa 2	P_2
Alternativa 3	P_3
⋮	⋮
⋮	⋮
⋮	⋮
⋮	⋮
alternativa N	P_N

(IV)

Os valores de P_i mostrados acima revelam com que intensidade cada alternativa influencia o objetivo 1. De uma forma geral, os valores de P_i são dados em porcentagem, logo o somatório de todos é igual 1.

Como continuação, o mesmo procedimento deve ser realizado para todas as alternativas do nível mais baixo, depois para todos os sub-objetivos do nível imediatamente mais alto, e assim por diante, até alcançar o nível mais alto, expresso pelo objetivo do problema.

4.8.6) Análise da Consistência dos Julgamentos

Ao assumir-se que as comparações paritárias são obtidas por questionamentos diretamente às pessoas (ou apenas a um indivíduo, se o problema é de seu único interesse), um ponto a ser detectado é que as pessoas nem sempre são consistentes em seus julgamentos, sejam elas especialistas ou não. Apesar disto, as prioridades devem ser estabelecidas, a despeito da inconsistência.

A consistência, segundo SAATY, é definida como a intensidade real com a qual a preferência transita ao longo da seqüência de objetos em comparação. Por exemplo, se maçãs são duas vezes preferíveis a laranjas, e estas são três vezes preferíveis a bananas, então maçãs devem ser seis vezes preferíveis a bananas. Isto é chamado consistência cardinal na força de preferência.

A consistência de um conjunto de comparações é dado pelo auto valor máximo ou principal, expresso por λ_{MAX} . Quanto mais próximo da quantidade de elementos da matriz for este valor, mais consistente será o resultado.

O índice de Consistência (IC) é dado por:

$$IC = (\lambda_{MAX} - N) / (N-1) \quad (V)$$

onde N é quantidade de elementos da matriz.

Segundo SAATY(1991), Índice Randômico (IR) é o índice de consistência de uma matriz recíproca gerada randomicamente, baseada na escala de 1 até 9, com recíproca

forçada. Segundo SAATY, estudos conduzidos na escola de Wharton produziram um IR médio apresentado no quadro 4.8.2 a seguir:

QUADRO 4.8.2 – VALORES DO ÍNDICE RANDÔMICO

IR EM FUNÇÃO DA ORDEM DA MATRIZ (OM)															
OM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

A Razão de Consistência (RC) é dada pela relação IC/IR. Segundo SAATY (1991), valores de RC menores ou iguais a 0,10 são satisfatórios.

4.8.7) O Programa *Expert Choice*

O programa Expert Choice, desenvolvido pela Expert Choice Inc, é um software que, baseado na Metodologia da Análise Hierárquica – MAH -, possibilita formular problemas, definindo hierarquicamente seus elementos, proceder às comparações devidas, objetivando atingir ao resultado final mais adequado. É destinado para as mais diversas aplicações concernentes à tomada de decisão, como alocação de recursos, gerenciamento de produção, administração de recursos humanos, e muitas outras. O seu modo de operação é basicamente o que já foi descrito anteriormente. Inicialmente, deve-se formular o problema, promovendo a hierarquização dos objetivos e das alternativas. Uma vez cumprida esta etapa, procede-se então a comparação paritária entre elementos, chegando-se a um vetor de prioridade para cada sub-objetivo, e a um final correspondente a todo o conjunto.

Uma das funções do programa possibilita identificar os elementos da matriz que produzem as maiores inconsistências. Graças ao recurso de uma outra função (*best fit*), é possível então conhecer a alternativa à estes elementos que produziriam o melhor ajuste, isto é, a melhor consistência. O usuário deve então decidir se aceita ou não a(s) sugestão(ões) do programa. Ao obter valores de RC menores ou iguais a 0,10, está-se na verdade, refinando os julgamentos realizados, com vistas a obtenção de uma qualidade maior dos resultados finais. A ilustração do programa, com a exposição de algumas telas, está contida no próximo item, referente à aplicação do método.

4.9) Primeira Avaliação – MAH

Para realizar a primeira avaliação, foi utilizado o programa *Expert Choice*, como ferramenta para resolução do problema. Em um primeiro momento, foram introduzidos os pesos dados pelo autor do trabalho, com base nos estudos realizados até o momento. Para aferir possíveis vieses que pudessem ter sido introduzidos neste primeiro processamento, foram realizadas entrevistas com especialistas, com experiência na área de ITS, mais especificamente no que se refere à identificação automática de veículos. Devido a grande especialização que esta matéria requer, a quantidade de técnicos capacitados a fornecer informações com o embasamento teórico necessário é bastante reduzida. Assim sendo, foram realizadas nove entrevistas, procurando-se contemplar diferentes segmentos. Foram entrevistados técnicos de concessionárias rodoviárias (quatro entrevistas), técnicos do setor público (duas entrevistas), entre outros (três entrevistas) tais como consultores, integradores, e assim por diante.

A Figura 4.9.a mostra o modelo formulado para o problema em questão. No nível mais alto, está o objetivo principal, que é a formulação de um sistema IAV. No nível subsequente estão os sub-objetivos, ou atributos, que um sistema IAV deve atender. No terceiro nível estão as alternativas a serem avaliadas, correspondente a cada um dos sistemas vistos anteriormente neste capítulo.

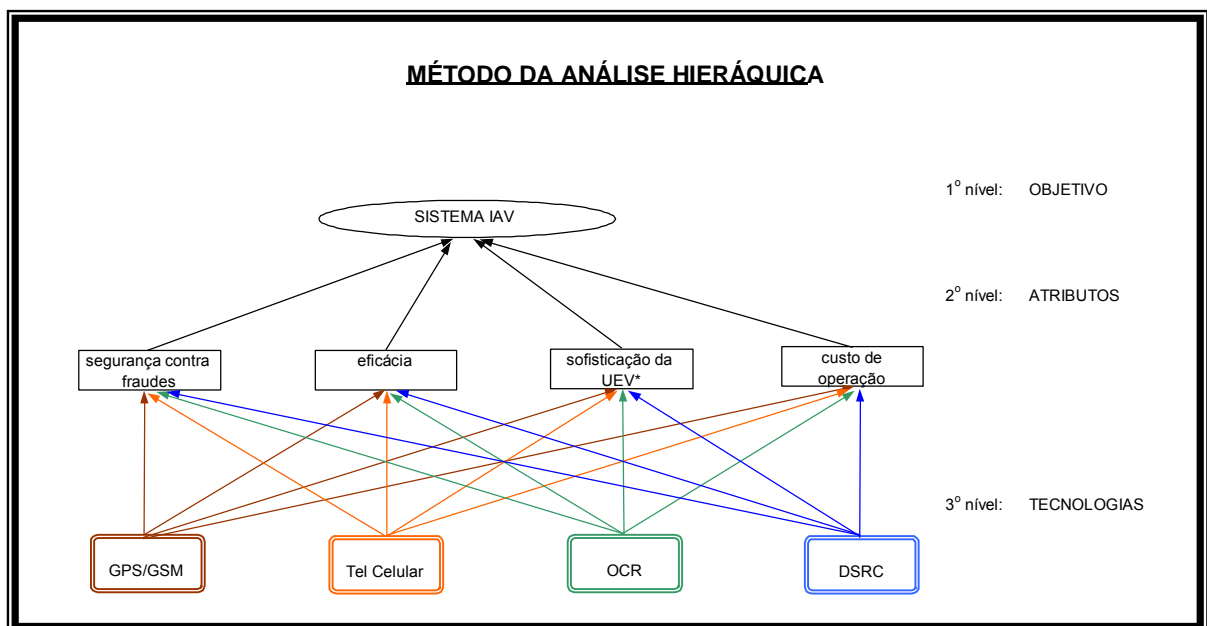


Figura 4.9.a – modelo formulado para o problema

A Figura 4.9.b mostra a formulação do modelo no programa *Expert Choice*.

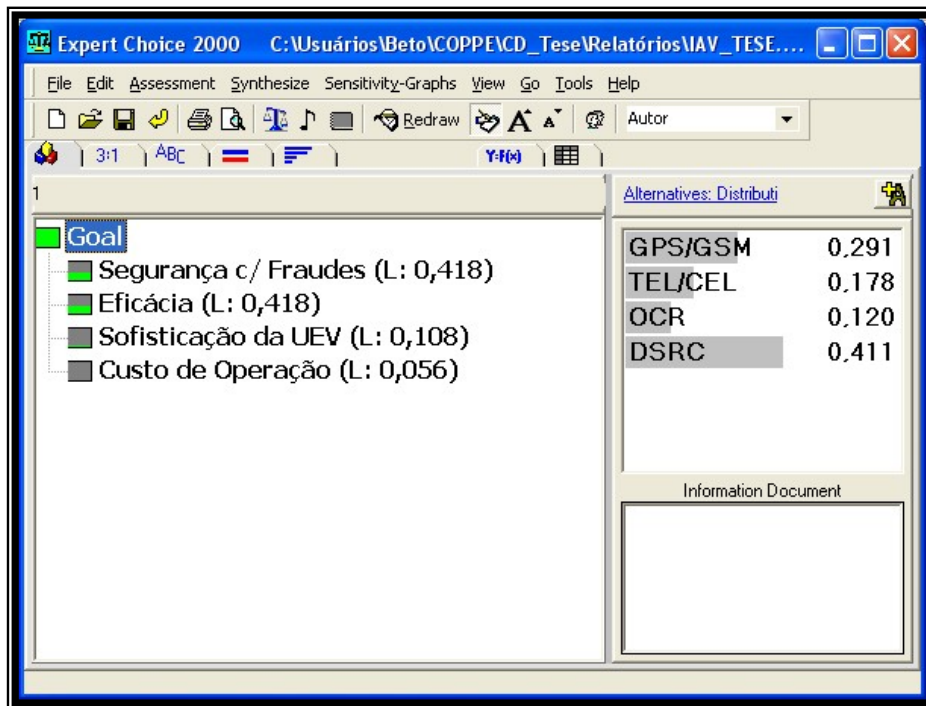


Figura 4.9.b – formulação do problema no *Expert Choice*

O primeiro processamento, como já dito, levou em consideração as informações do autor, com base no aprendizado ao longo deste trabalho. As figuras subsequentes mostram as telas do programa correspondente a cada uma das matrizes preenchidas.

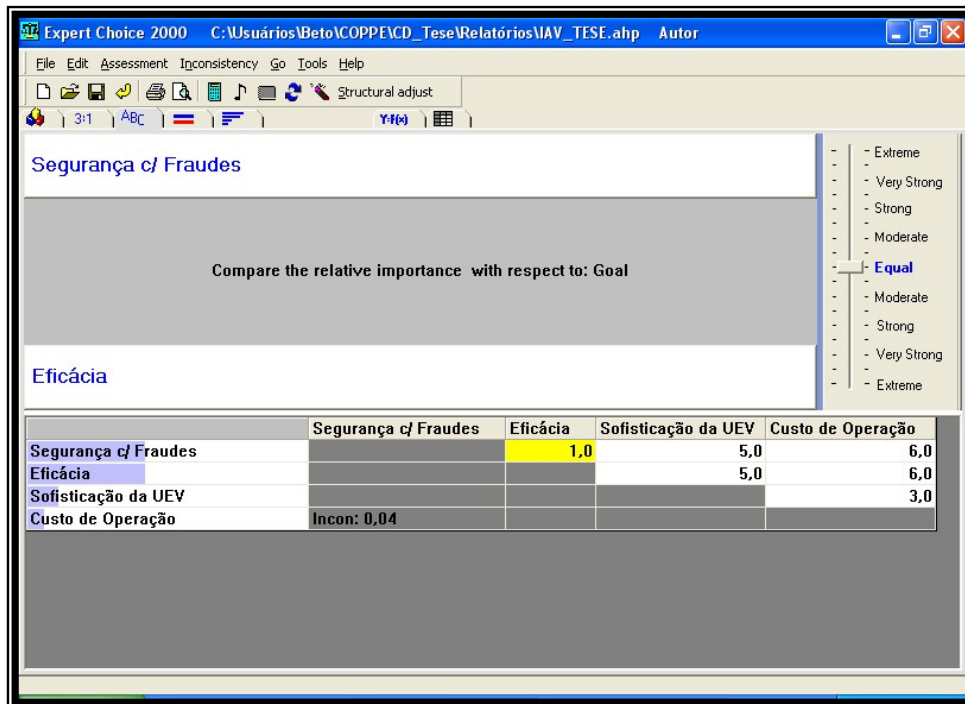


Figura 4.9.c – preenchimento da matriz relativa ao nível de importância dos atributos

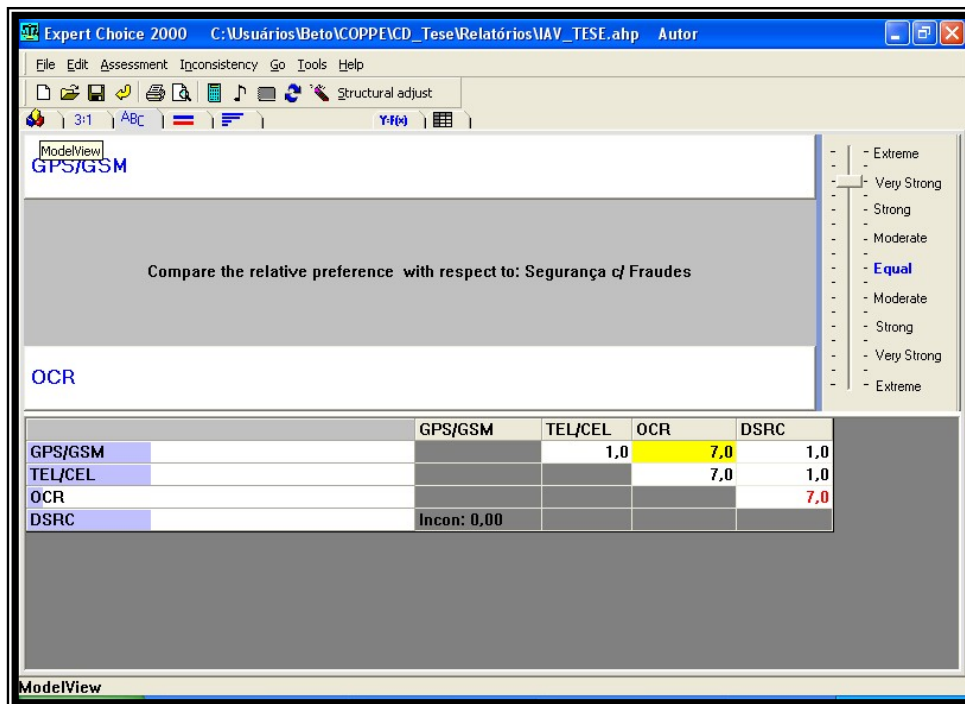


Figura 4.9.d – preenchimento da matriz relativa ao atributo SEGURANÇA CONTRA FRAUDES

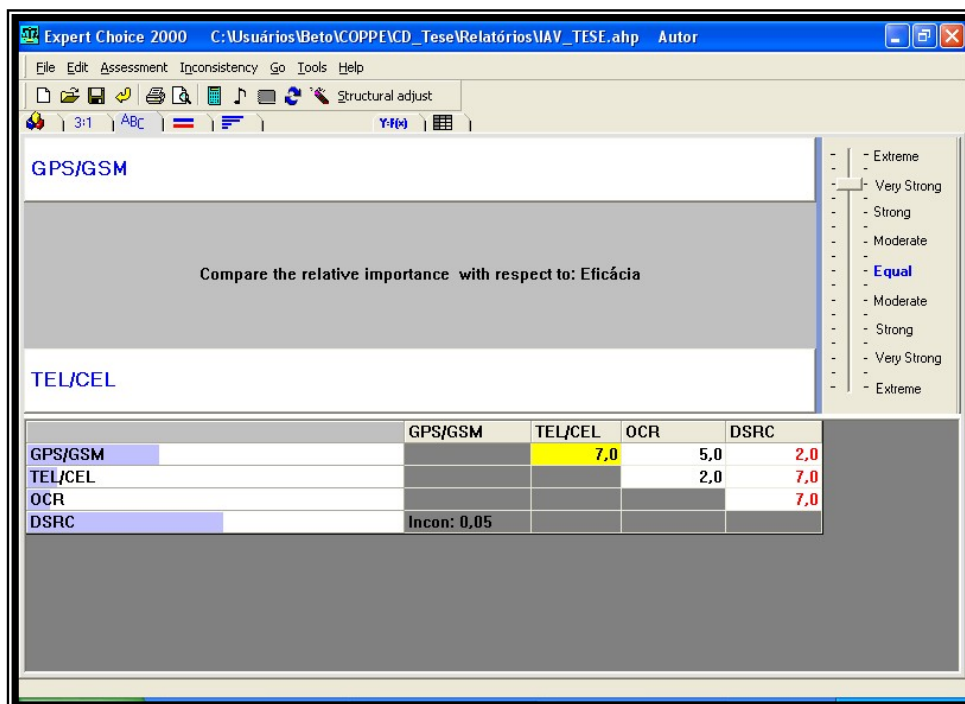


Figura 4.9.e – preenchimento da matriz relativa ao atributo EFICÁCIA

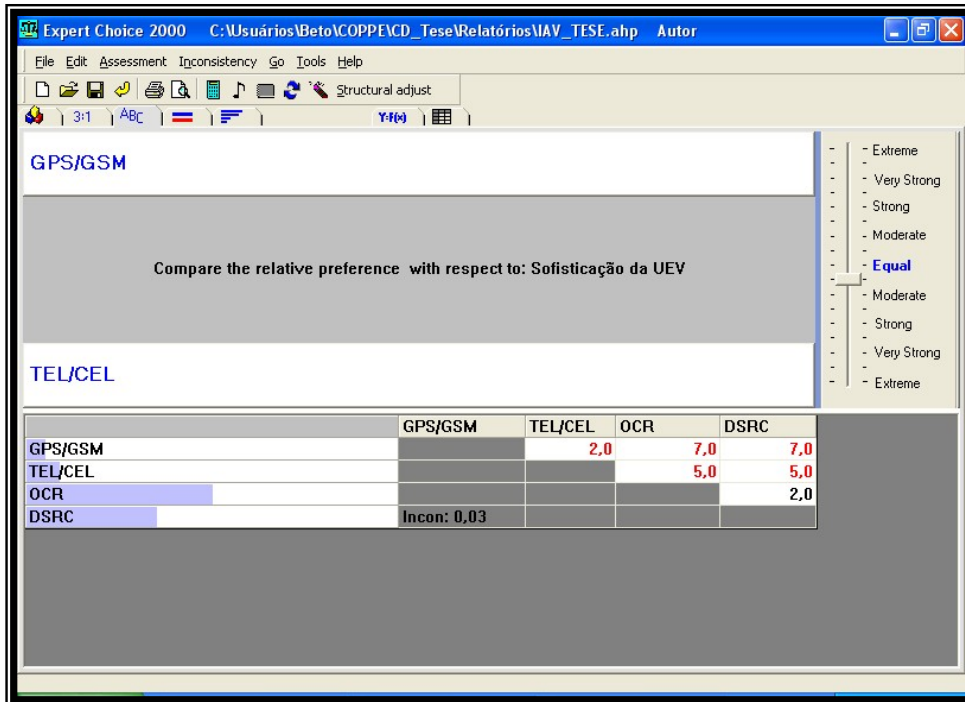


Figura 4.9.f – preenchimento da matriz relativa ao atributo SOFISTICAÇÃO DA UEV

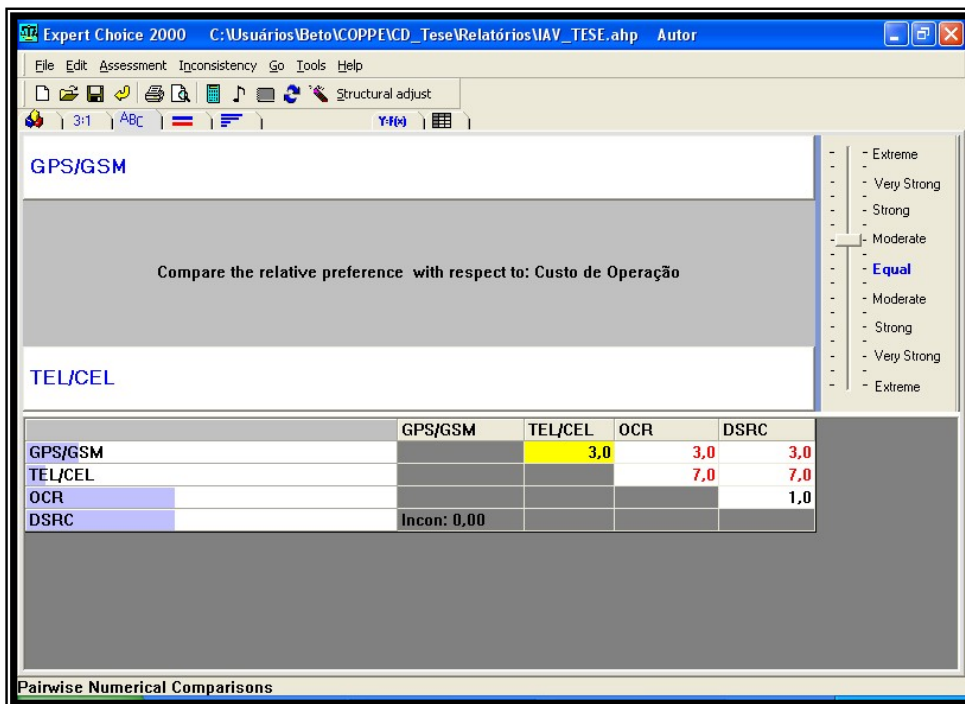


Figura 4.9.g – preenchimento da matriz relativa ao atributo CUSTO DE OPERAÇÃO

A tela mostrada na figura a seguir mostra os resultados obtidos:

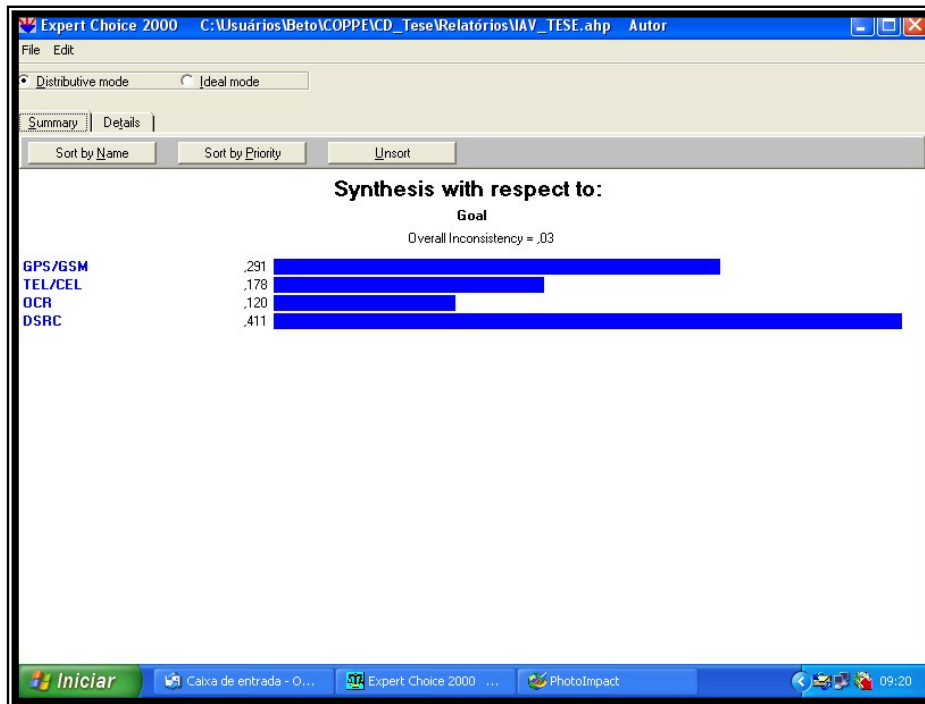


Figura 4.9.h – resultado final relativo ao vetor de prioridades geral

Na figura 4.9.h está mostrado o resultado final fornecido para o problema formulado. Verifica-se então que o sistema DSRC possui 41% das preferências, seguido dos sistemas GPS/GSM e Tel Cel com 29% e 18% das preferências, respectivamente. Por último está o sistema OCR com 12% das preferências. Cabe ressaltar que o somatório das porcentagens apresentadas é igual a 100%.

Uma vez que o programa *Expert Choice* já foi devidamente apresentado através das telas mostradas nas figuras anteriores, o restante dos resultados está em forma de quadros. Assim sendo, o quadro 4.9.1 mostra os vetores prioridade relativos a cada um dos sistemas, isto é, como as preferências relativas a cada hipótese variam em função de cada um dos indicadores utilizados. Nota-se então a preferência pelo sistema DSRC em relação às demais alternativas, exceto em relação ao atributo SOFISTICAÇÃO DA UEV no qual o sistema OCR, por não necessitar de nenhuma unidade embarcada, leva vantagem. A última coluna à direita, denominada “COMBINADO”, mostra o resultado final, após o tratamento em conjunto dos dados concernentes a cada atributo.

QUADRO 4.9.1 – VETORES PRIORIDADE RELATIVOS A CADA SISTEMA

AUTOR

SIST/ATRIB	SEGURANÇA CONTRA FRAUDES	EFICÁCIA	SOFISTICAÇÃO DA UEV	CUSTO DE OPERAÇÃO	combinado
GPS/GSM	0,318	0,346	0,054	0,142	0,291
TEL/CEL	0,318	0,076	0,091	0,054	0,178
OCR	0,046	0,058	0,501	0,402	0,120
DSRC	0,318	0,520	0,354	0,402	0,411
rc	0,00	0,05	0,03	0,00	0,03

O quadro 4.9.2 mostra o vetor prioridade relativo ao grau de importância de cada um dos atributos, segundo a opinião do autor.

QUADRO 4.9.2 – VETOR PRIORIDADE RELATIVOS AO NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DE CADA ATRIBUTO

AUTOR

ATRIBUTOS	VETOR PRIORIDADE
SEGURANÇA CONTRA FRAUDES	0,418
EFICÁCIA	0,418
SOFISTICAÇÃO DA UEV	0,108
CUSTO DE OPERAÇÃO	0,056
Rc	0,04

Cabe ressaltar que os valores dos diversos índices de consistência relativos a cada etapa do processo, estiveram todos muito próximos de zero, mostrando uma situação satisfatória. O leitor pode visualizar o índice “RC” através das figuras 4.9.c à 4.9.g, na última linha da matriz, sob a denominação “INCON:”, ou na última linha dos quadros anteriores. A etapa seguinte do processo de avaliação consistiu nas entrevistas a especialistas que atuam neste segmento, utilizando-se a mesma estrutura hierárquica, visando confirmar ou não a opinião do autor. Foram efetuadas visitas, nas quais foi solicitado que respondessem o questionário mostrado na figura 4.9.i. Junto a estes, foram anexados a estrutura hierárquica mostrada na figura 4.9.a., a planilha de definição dos atributos mostrada na figura 4.9.j, as matrizes para serem preenchidas mostradas na figura 4.9.h, bem como a escala de intensidade adotada (ver quadro 4.8.1). Os formulários preenchidos sofreram uma análise inicial, para detectar possíveis erros de preenchimento. A seguir, os dados foram então introduzidos no programa *Expert Choice*. Os QUADROS 4.9.3 e 4.9.4 mostram, respectivamente, o resultado obtido com base nos dados de todos os entrevistados sem considerar, contudo, àqueles referentes à opinião do autor.

QUESTIONÁRIO

Por favor, responder o questionário apresentado, julgando cada elemento par a par. Não os avalie isoladamente, nem tão pouco considerando mais de um par. A pergunta a ser feita é: com que intensidade o elemento 1 é mais importante, ou mais vantajoso, ou mais benéfico, em relação ao elemento 2? Para graduar a intensidade relativa à tua opinião, utilize a ESCALA DE INTENSIDADE apresentada.

1° PERGUNTA:

SE VOCE FOSSE O FUNCIONÁRIO DO GOVERNO RESPONSÁVEL PELA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA IAV, CUJO PRINCIPAL OBJETIVO FOSSE SATISFAZER O MAIOR NÚMERO POSSÍVEL DE SEGMENTOS ENVOLVIDOS (USUÁRIOS, PROPRIETÁRIOS, OPERADORES.), QUAIS ATRIBUTOS SERIAM OS MAIS IMPORTANTES PARA VOCE? QUE NÍVEL DE INTENSIDADE VOCE DARIA PARA CADA UM DELES

2° PERGUNTA

DE ACORDO COM AS INFORMAÇÕES QUE VOCE POSSUI, COM QUE INTENSIDADE CADA UM DOS SISTEMAS ANALISADOS ATENDERIAM AOS ATRIBUTOS CONSIDERADOS?

Obs: para responder as perguntas utilize os questionários em anexo. Faça a tua resposta de acordo com a escala de intensidade apresentada.

figura 4.9.i - modelo do questionário

DEFINIÇÃO DOS ATRIBUTOS

1) segurança contra fraudes: exprime o quanto é difícil burlar o sistema

2) eficácia

- identificação do registro veicular
- auto posicionamento ou localização geográfica no globo terrestre

3) sofisticação da UEV (Unidade Embarcada no Veículo)-==> exprime custo para o proprietário, o qual constitui o segmento mais sensível a gastos monetários

4) custo de operação do sistema- exprime os custos de operação do sistema, o qual é função da complexidade da cadeia de procedimentos e da quantidade de agentes envolvidos.

figura 4.9.j - definição dos atributos

ENTREVISTADO: <nome do entrevistado>

AVALIAÇÃO

ATRIBUTOS

Tecnologias	segurança	eficácia	sofisticação da	custo de
	contra fraude		UEV *	operação
segurança	1,0000			
contra fraude		1,0000		
sofisticação da UEV *			1,0000	
custo de operação				1,0000

SEGURANÇA CONTRA FRAUDES

Tecnologias	GPS/GSM	TEL CEL	OCR	DSRC
GPS/GSM	1,0000			
TEL CEL		1,0000		
OCR			1,0000	
DSRC				1,0000

EFICÁCIA

Tecnologias	GPS/GSM	TEL CEL	OCR	DSRC
GPS/GSM	1,0000			
TEL CEL		1,0000		
OCR			1,0000	
DSRC				1,0000

SOFISTICAÇÃO DA UEV

Tecnologias	GPS/GSM	TEL CEL	OCR	DSRC
GPS/GSM	1,0000			
TEL CEL		1,0000		
OCR			1,0000	
DSRC				1,0000

CUSTO DE OPERAÇÃO

Tecnologias	GPS/GSM	TEL CEL	OCR	DSRC
GPS/GSM	1,0000			
TEL CEL		1,0000		
OCR			1,0000	
DSRC				1,0000

figura 4.9.h – matrizes para serem preenchidas

QUADRO 4.9.3 – VETORES PRIORIDADE RELATIVOS A CADA SISTEMA
ENTREVISTADOS

SIST/ATRIB	SEGURANÇA CONTRA FRAUDES	EFICÁCIA	SOFISTICAÇÃO DA UEV	CUSTO DE OPERAÇÃO	combinado
GPS/GSM	0,325	0,294	0,055	0,100	0,257
TEL/CEL	0,169	0,112	0,111	0,179	0,145
OCR	0,073	0,090	0,530	0,266	0,147
DSRC	0,433	0,504	0,304	0,455	0,451
rc	0,01	0,00	0,06	0,03	0,02

QUADRO 4.9.4 – VETOR PRIORIDADE RELATIVOS AO NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DE CADA ATRIBUTO
ENTREVISTADOS

ATRIBUTOS	VETOR PRIORIDADE
SEGURANÇA CONTRA FRAUDES	0,412
EFICÁCIA	0,353
SOFISTICAÇÃO DA UEV	0,086
CUSTO DE OPERAÇÃO	0,149
Rc	0,03

A coluna mais a direita do Quadro 4.9.3, denominada “combinado”, mostra a preferência final de cada alternativa, considerando-se o conjunto de indicadores. As colunas restantes mostram, para cada um destes, a preferência relativa a cada sistema. O QUADRO 4.9.4 apresenta o vetor prioridade correspondente ao grau de importância que cada atributo possui em relação ao universo pesquisado. Verifica-se então que, em conformidade com a opinião do autor, existem dois indicadores os quais se sobrepõe, em nível de importância, aos outros dois. São a SEGURANÇA CONTRA FRAUDES e a EFICÁCIA. Observa-se também que a primeira possui uma pequena relevância em relação a esta última, diferentemente do que foi feito no primeiro momento, quando o autor atribuiu o mesmo grau de importância para ambos os indicadores. Em relação aos outros dois atributos, as entrevistas revelaram que o indicador CUSTO DE OPERAÇÃO é predominante em relação à SOFISTICAÇÃO DA UEV, diferentemente da opinião do autor.

Pelo QUADRO 4.9.3 observa-se que o sistema DSRC possui a preferência do universo entrevistado para ser utilizado como sistema IAV. Mesmo analisando-se cada indicador separadamente, repara-se que esta alternativa atendeu sempre mais que as outras. A única exceção é o atributo SOFISTICAÇÃO DA UEV, quando o sistema OCR tem a preferência por não contemplar unidades embarcadas.

Cabe ressaltar também que uma avaliação individual de cada entrevista, realizada através do programa *Expert Choice*, revelou uma unanimidade na preferência do DSRC por todos os entrevistados, corroborando mais ainda para a escolha por esta opção com vistas à implantação de um sistema IAV nacional.

Vale destacar que todas as avaliações apresentadas revelaram valores de “RC” abaixo de 0.10, portanto satisfatórios segundo a metodologia preconizada por SAATY.

Por fim, fazendo uso dos recursos disponíveis no programa utilizado, foram realizadas duas outras simulações. A primeira delas considerou, na combinação dos dados para obtenção do resultado final, o universo de entrevistados sendo constituído apenas pelas concessionárias rodoviárias. Na segunda simulação, considerou-se um universo de pesquisas composto apenas por técnicos da administração pública. O objetivo deste procedimento foi comparar os resultados obtidos, visando identificar possíveis diferenças de opinião entre aqueles que estão atuando em lados diferentes.

As informações obtidas estão mostradas nos QUADROS 4.9.5 e 4.9.6 para o segmento das concessionárias de rodovias, e nos QUADROS 4.9.7 e 4.9.8 contemplando especialistas da administração pública. Novamente, em conformidade com todas as demais etapas do processamento, o sistema DSRC recebeu as maiores preferências para servir de base para um sistema IAV oficial, ou seja, regulamentado por lei.

Um fato que chamou a atenção é que, apesar dos indicadores SEGURANÇA CONTRA FRAUDES e EFICÁCIA possuírem uma preferência em termos de importância para ambas as classes de técnicos, verifica-se que o setor empresarial possui uma preocupação maior com custos, em especial no que diz respeito aos custos operacionais. Já o setor público está mais afeto a questões como eficiência e eficácia do sistema.

QUADRO 4.9.5 – VETORES PRIORIDADE RELATIVOS A CADA SISTEMA
CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIA

SIST/ATRIB	SEGURANÇA CONTRA FRAUDES	EFICÁCIA	SOFISTICAÇÃO DA UEV	CUSTO DE OPERAÇÃO	combinado
GPS/GSM	0,413	0,321	0,063	0,115	0,288
TEL/CEL	0,122	0,134	0,124	0,231	0,149
OCR	0,069	0,085	0,420	0,189	0,133
DSRC	0,396	0,460	0,393	0,465	0,430
rc	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02

QUADRO 4.9.6 – VETOR PRIORIDADE RELATIVOS AO NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DE CADA ATRIBUTO
CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIA

ATRIBUTOS	VETOR PRIORIDADE
SEGURANÇA CONTRA FRAUDES	0,378
EFICÁCIA	0,317
SOFISTICAÇÃO DA UEV	0,097
CUSTO DE OPERAÇÃO	0,208
Rc	0,03

QUADRO 4.9.7 – VETORES PRIORIDADE RELATIVOS A CADA SISTEMA
SETOR PÚBLICO

SIST/ATRIB	SEGURANÇA CONTRA FRAUDES	EFICÁCIA	SOFISTICAÇÃO DA UEV	CUSTO DE OPERAÇÃO	combinado
GPS/GSM	0,289	0,288	0,054	0,083	0,250
TEL/CEL	0,233	0,142	0,101	0,097	0,173
OCR	0,050	0,055	0,565	0,436	0,131
DSRC	0,428	0,515	0,280	0,384	0,446
rc	0,02	0,03	0,04	0,01	0,02

QUADRO 4.9.8 – VETOR PRIORIDADE RELATIVOS AO NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DE CADA ATRIBUTO
SETOR PÚBLICO

ATRIBUTOS	VETOR PRIORIDADE
SEGURANÇA CONTRA FRAUDES	0,427
EFICÁCIA	0,396
SOFISTICAÇÃO DA UEV	0,089
CUSTO DE OPERAÇÃO	0,088
Rc	0,01

4.10) Segunda Avaliação

A metodologia a seguir apresentada tem o intuito de tratar o problema sob uma nova perspectiva, e assim obter mais argumentos em favor dos resultados produzidos pela MAH. Durante o estudo das tecnologias alguns indícios ou sinais já revelavam que algumas delas apresentavam desvantagens que inviabilizava o uso como base para um sistema IAV regulamentado por lei. O que se fez nesta segunda avaliação foi formalizar estes indícios, através do desenvolvimento de um procedimento avaliatório que considere estes sinais. Desse modo, assumiu-se que o sistema mais adequado é aquele que atenda a maior quantidade de atributos, com a maior intensidade possível.

Este novo procedimento, também inspirado no método desenvolvido por SAATY no que diz respeito às comparações paritárias entre elementos, efetua esta análise de forma apenas qualitativa, sem se preocupar com pesos ou ordens de grandeza. De forma a proceder uma analogia com a MAH, o método agora apresentado considera uma escala de intensidade com apenas três graduações, ou seja, inferior, igual ou superior.

Com o objetivo de reduzir o teor de subjetividade no processo avaliatório, optou-se por analisar separadamente os dois quesitos que compõem o atributo EFICÁCIA, ou seja, “PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DO REGISTRO VEICULAR” e “PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DO VEÍCULO”. Desta forma, estes dois atributos serão então avaliados separadamente.

Antes de iniciar a avaliação, é válido relembrar algumas certezas, obtidas ao longo deste trabalho e até o presente momento. São elas:

- i) as placas veiculares não se constituem como elementos confiáveis para a identificação veicular. Devido às restrições existentes, observam-se várias práticas inadequadas as quais impedem a correta identificação do veículo. Para maiores detalhes, deve o leitor consultar o Capítulo 2 do presente trabalho.
- ii) de todas as fontes consultadas, nenhuma delas pode comprovar cem por cento de eficácia na identificação das placas por OCR, considerando as mais diversas condições de clima, luminosidade, fluxo veicular, e assim por diante. Cabe

lembrar que algumas placas não podem ser identificadas nem mesmo a olho nu, na presença de um agente de trânsito.

- iii) a precisão na determinação da localização do veículo pelo GPS é superior àquela relacionada ao uso do sistema de telefonia celular, considerando a triangulação obtida pelos sinais emitidos pelo móvel e captados pelas ERB's. Para maiores detalhes, deve o leitor consultar os quadros 3.2.1, 3.2.2, a figura 3.2.f, e o quadro 3.3.1. Estas mesmas informações revelam que a precisão do sistema GPS pode ser melhorada a partir da adoção de procedimentos especiais, como o DGPS, muito embora isto seja causa de aumento de custos.
- iv) a precisão na determinação da localização utilizando-se DSRC ou OCR é superior àquela usando-se GPS/GSM ou Telefonia Celular. Pois neste caso, a localização do veículo é dada pela própria localização do dispositivo de IAV, ao invés de ser calculada com base em sinais remotos.
- v) em termos de sofisticação da UEV, o sistema IAV com base em OCR é o mais vantajoso entre todas as alternativas, uma vez que não exige qualquer UEV no veículo. O sistema IAV com base em DSRC vem em segundo lugar, já que a UEV, neste caso, é menos sofisticada que aquela utilizada no cenário da telefonia celular. Enquanto que no primeiro caso o transponder responde a um impulso do leitor, no cenário da telefonia celular o dispositivo móvel instalado na UEV deve possuir potência suficiente para enviar sinais as ERB's distantes dele. Este é apenas um aspecto, que por si só, já classificaria a UEV no sistema de telefonia celular como mais sofisticada em relação ao sistema IAV com base na tecnologia DSRC. A UEV mais sofisticada é aquela referente ao sistema GPS/GSM, a qual deveria possuir, além de um receptor GPS e um dispositivo de processamento para operar o mapa digital contendo os pontos notáveis, um transmissor GSM para receber e transmitir informações.
- vi) as cadeias de procedimentos observadas para os sistemas OCR e DSRC são mais simples do que aquelas relativas aos sistemas GPS/GSM e telefonia celular. Neste último, a participação de operadoras de telefonia móvel aumentaria a

quantidade de agentes envolvidos. Para ambas as opções, a confecção de mapas digitais, a atualização e distribuição dos mesmos deveria ser mais um encargos para os agentes envolvidos. A figura 4.10.a mostra, de forma esquemática, as cadeias de procedimentos concernentes a cada alternativa.

- vii) considerou-se, com base nos recursos hoje disponibilizados pela Informática, que um sistema eletrônico possibilita o uso de procedimentos contra fraudes, tais como chaves de segurança, mensagens criptografadas, e outros, os quais possibilitam obter um nível de segurança superior em relação ao sistema IAV com base em OCR. Tal afirmação é hoje comprovada através dos sistemas de telefonia celular e DSRC, amplamente utilizados em todo o mundo.

A seguir é descrita a metodologia adotada, concomitantemente ao seu emprego, visando exemplificar com dados, e assim facilitar o entendimento. O objetivo é proceder a uma análise mais determinística, através da realização de comparações puramente qualitativas. A avaliação consiste em comparar elemento com elemento, e caracterizar se um é superior, semelhante ou inferior a outro. Foi visto no item 4.6 que a quarta e última premissa assumida neste capítulo diz respeito à capacidade de atrair novos adeptos pelo sistema IAV. Para tanto a alternativa escolhida deve maximizar o binômio “quantidade de atributos e intensidade no atendimento ao atributo”. Deste modo, o propósito desta nova avaliação é o de eleger a alternativa (ou alternativas, em caso de igualdade entre elas) que atendeu(ram) de forma mais intensa cada um dos atributos, sem a preocupação de graduar esta intensidade entre sistemas.

Para isto se utiliza matrizes, de modo semelhante aquele usado na MAH. O valor de cada célula da matriz será função da comparação entre um elemento situado na coluna mais a esquerda da matriz em relação a um elemento situado na primeira linha da matriz. Se o primeiro atender de forma superior em relação ao segundo, preenche-se a célula com o algarismo 1. Caso contrário, se o primeiro atender de forma igual ou inferior, preenche-se a célula com zero. O exemplo mostrado no quadro 4.10.1, onde é analisado cada sistema em relação ao indicador “SEGURANÇA CONTRA FRAUDES”, ajuda a compreensão do que foi dito:

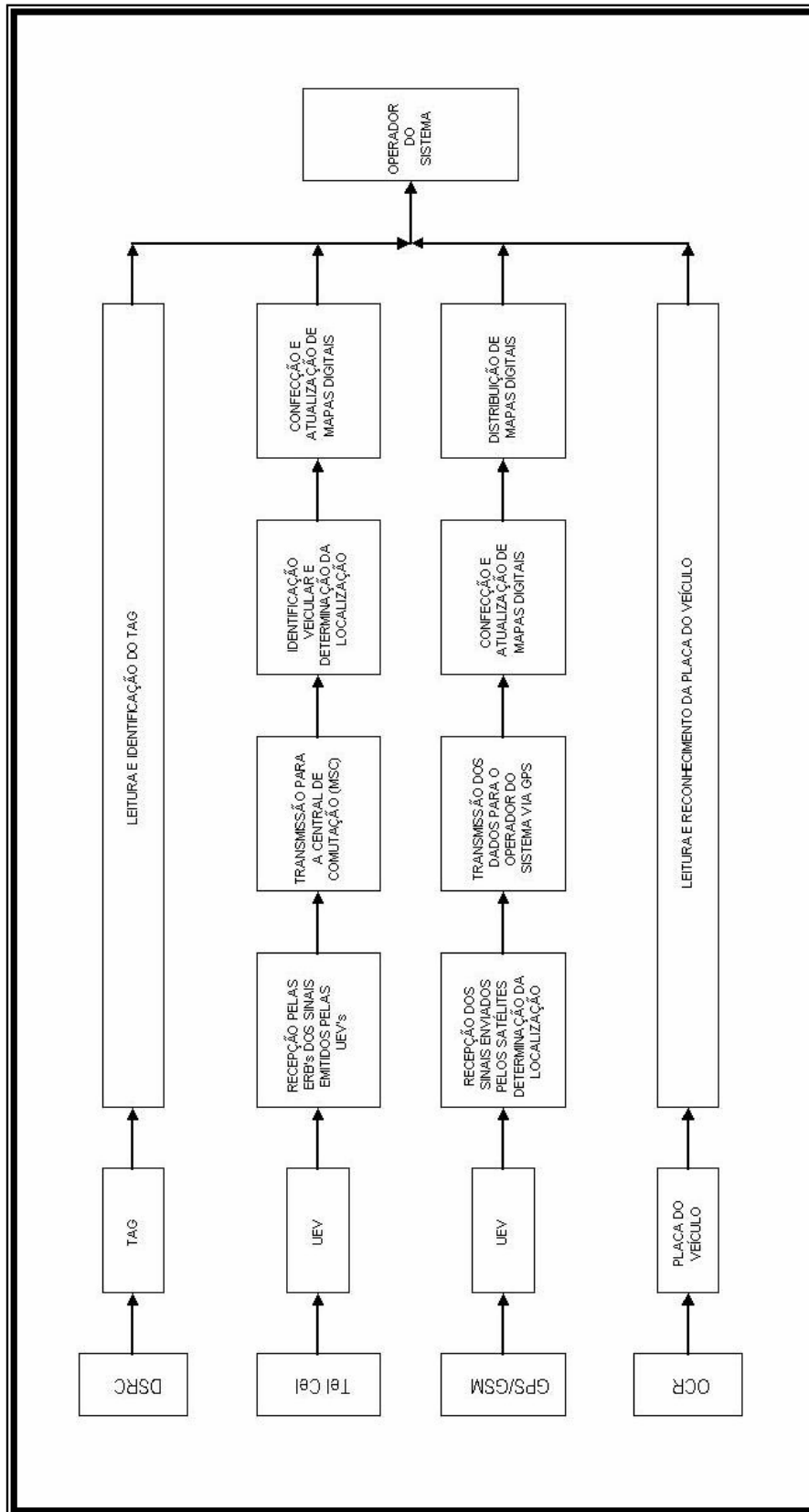


Figura 4.10.a – cadeias de procedimentos correspondentes a cada alternativa

QUADRO 4.10.1

SEGURANÇA CONTRA FRAUDES						
	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC	TOTAL	que mais atendeu
GPS/GSM	0	0	1	0	1	X
Tel Cel	0	0	1	0	1	X
OCR	0	0	0	0	0	
DSRC	0	0	1	0	1	X

Como visto, assumiu-se que, graças aos recursos da eletrônica hoje disponíveis, é possível garantir um padrão de segurança superior para três das alternativas em relação àquele referente ao sistema OCR, tendo em vista que as placas veiculares constituem-se em elementos não confiáveis para o registro veicular. Conclui-se então que, em relação ao atributo “SEGURANÇA CONTRA FRAUDES”, os sistemas GPS/GSM, Tel Cel e DSRC atendem igualmente entre si, e atendem de forma superior em relação ao sistema OCR. Em função do critério adotado, isto é, quando um elemento da coluna da esquerda atende de melhor forma em relação a um da linha superior, a célula correspondente da matriz é preenchida com o algarismo 1. Caso contrário, se for igual ou inferior, a mesma célula é preenchida com o algarismo zero. No exemplo dado, a coluna relativa ao sistema OCR teve todas as células preenchidas com o algarismo 1, exceto aquela pertencente a diagonal da matriz, que foi preenchida com zero pois, na verdade, está-se comparando o sistema OCR com ele mesmo. Todas as demais células foram preenchidas com zero, tendo em vista que os sistemas GPS/GSM, Tel Cel e DSRC atendem igualmente a este atributo. As colunas mais a direita mostram, respectivamente, o total da linha relativo a cada um dos sistemas, bem como as tecnologias que atenderam mais intensamente o atributo em questão.

O quadro 4.10.2 mostra agora a avaliação em relação ao atributo “PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DO VEÍCULO”, isto é:

QUADRO 4.10.2

PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DO VEÍCULO						
	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC	TOTAL	que mais atendeu
GPS/GSM	0	1	0	0	1	
Tel Cel	0	0	0	0	0	
OCR	1	1	0	0	2	X
DSRC	1	1	0	0	2	X

Como já visto em relação ao atributo “PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DO VEÍCULO” os sistemas OCR e DSRC atendem de forma mais intensa em relação às duas outras alternativas, uma vez que a determinação do local do evento é dada pela própria localização do dispositivo identificador. Viu-se também que, em relação a este atributo, o sistema GPS/GSM atende de forma superior em relação ao sistema da Tel Cel. Assim sendo, foram preenchidas com o algarismo 1 as células correspondentes às comparações “OCR x GPS/GSM”, “OCR x TEL CEL”, “DSRC x GPS/GSM”, “DSRC x TEL CEL”, e “GPS/GSM x Tel Cel”. Todas as demais foram preenchidas com o algarismo zero, ou porque na comparação o elemento da coluna a esquerda atendia de forma igual ou semelhante ao elemento da linha superior, ou porque se estava comparando um elemento com ele mesmo. A coluna TOTAL mostra o total da linha. Cabe esclarecer que o algarismo 2 não representa um peso, ou uma nota. Exprime que o sistema correspondente àquela linha atendeu de forma superior a duas outras alternativas. O sistema GPS/GSM foi superior apenas em relação ao sistema Tel Cel. Já as alternativas OCR e DSRC atenderam de forma superior em relação aos sistemas GPS/GSM e Tel Cel. Conclui-se então que, pelo fato de estar-se comparando quatro alternativas, e duas delas tiverem sido superiores as outras duas, as duas consideradas superiores atenderam este atributo de forma semelhante. E mais, como existiu diferenças na coluna TOTAL entre as duas alternativas não consideradas superiores, pode-se dizer que uma destas atendeu melhor em relação a outra, mas não com a mesma performance em relação as duas eleitas como aquelas que mais atenderam o atributo em questão. O que se está elaborando, na verdade, é um *ranking* dos sistemas em função de como eles atenderam este atributo. A coluna mais a direita mostra as alternativas que atenderam este indicador de melhor forma em relação às demais.

O QUADRO 4.10.3 mostra agora a avaliação em relação ao atributo “PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DO REGISTRO VEÍCULAR”.

QUADRO 4.10.3

PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DO REGISTRO VEICULAR						
	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC	TOTAL	que mais atendeu
GPS/GSM	0	0	1	0	1	X
Tel Cel	0	0	1	0	1	X
OCR	0	0	0	0	0	
DSRC	0	0	1	0	1	X

Em relação ao atributo “PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DO REGISTRO VEICULAR”, todas as alternativas são superiores ao sistema OCR, devido às restrições que este apresenta. A coluna mais a direita, de TOTAL, mostra que cada alternativa foi superior a uma outra apenas uma vez. Este fato revela que as três selecionadas com o algarismo 1 atenderam de forma semelhante a este atributo. Mais uma vez cabe esclarecer que não se está dando notas, e que os valores da coluna TOTAL exprimem apenas as quantidades de alternativas que o sistema correspondente a uma determinada linha foi considerado superior. A coluna mais a direita apresenta os sistemas que atenderam de melhor forma este indicador.

Os QUADROS 4.10.4 e 4.10.5 mostrados a seguir apresentam, respectivamente, as avaliações referentes aos atributos “SOFISTICAÇÃO DA UEV” e “CUSTO DE OPERAÇÃO”. Cabe aqui lembrar o conceito de atributo negativo, apresentado anteriormente. Ou seja, os resultados mais satisfatórios são produzidos quando menos intensos forem estes atributos. Desta forma, ao invés de se preencher uma célula com o algarismo 1, preenche-se com o algarismo “-1” (menos um).

QUADRO 4.10.4

SOFISTICAÇÃO DA UEV						
	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC	TOTAL	que mais atendeu
GPS/GSM	0	-1	-1	-1	-3	
Tel Cel	0	0	-1	-1	-2	
OCR	0	0	0	0	0	X
DSRC	0	0	-1	0	-1	

QUADRO 4.10.5

CUSTO DE OPERAÇÃO						
	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC	TOTAL	que mais atendeu
GPS/GSM	0	0	-1	-1	-2	
Tel Cel	-1	0	-1	-1	-3	
OCR	0	0	0	0	0	X
DSRC	0	0	0	0	0	X

No QUADRO 4.10.4, sobre o atributo “SOFISTICAÇÃO DA UEV”, verifica-se que todas as alternativas foram inferiores ao sistema OCR. De acordo com o que já foi

colocado, constata-se que a UEV relativa ao sistema GPS/GSM é a mais sofisticada em relação às outras três. Como este é considerado um atributo negativo, o valor preenchido na coluna TOTAL referente a linha GPS/GSM recebeu o valor “-3”. De forma análoga, a UEV relativa ao cenário Tel Cel é menos sofisticada que a anterior, porém mais sofisticada que aquelas relativas aos cenários OCR e DSRC. Esta é a explicação do valor “-2” na coluna correspondente. O mesmo raciocínio é aplicado para a linha relativa ao sistema DSRC. Deste modo, a alternativa que melhor atendeu este atributo foi OCR, como mostrado na coluna mais a direita do QUADRO 4.10.4.

Pelo QUADRO 4.10.5 observa-se que a alternativa Tel Cel possui o maior custo de operação entre todas recebendo, portanto, o valor mais negativo. De acordo com as considerações acima, os sistemas OCR e DSRC apresentam os menores custos de operação, e com a mesma intensidade. Por isto, as linhas da coluna TOTAL referentes a estas duas alternativas receberam o valor zero. A coluna mais a direita mostra que as alternativas OCR e DSRC são as que melhor atendem a este indicador.

Uma vez realizada a análise paritária entre alternativas em relação a cada um dos indicadores (atributos) selecionados, é necessário consolidar as conclusões obtidas em um único quadro. O QUADRO 4.10.6 a seguir mostra, para cada análise efetuada, a alternativa (ou alternativas, em caso de empate) que mais atendeu(ram) a um determinado atributo. Ou em outras palavras, reuniu-se em um mesmo quadro todas as colunas mais a direita dos QUADROS 4.10.1. a 4.10.5. Cabe lembrar que o que se intenciona é conhecer a(s) alternativa(s) que mais atributos atendeu(ram) de melhor forma, sem a preocupação de graduar intensidades entre elas.

QUADRO 4.10.6

CONSOLIDAÇÃO FINAL				
ATRIBUTOS	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC
SEGURANÇA CONTRA FRAUDES	X	X	-	X
PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DO VEÍCULO	-	-	X	X
PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DO REGISTRO VEICULAR	X	X	-	X
SOFISTICAÇÃO DA UEV	-	-	X	-
CUSTO DE OPERAÇÃO	-	-	X	X
total:	2	2	3	4

O quadro 4.10.6 permite então eleger a alternativa que mais vezes atendeu, e de forma mais intensa, os atributos analisados. O sistema DSRC atendeu quatro dos cinco indicadores estudados, o sistema OCR atendeu três dos cinco, e as outras duas alternativas apenas dois dos indicadores avaliados. O resultado da avaliação revela que o sistema DSRC atendeu, da melhor forma possível, o binômio quantidade de atributos e intensidade de atendimento constituindo-se, então, na melhor alternativa. Isto considerando que todos os atributos possuam o mesmo nível de importância. Contudo, o grau de relevância varia entre eles como foi confirmado, inclusive, pelas entrevistas realizadas.

As análises apresentadas a seguir são referentes a algumas simulações efetuadas. Considerando-se que os atributos possam ser classificados em grupos em função do nível de importância que eles possuem, tem-se então duas categorias, as quais são:

1ª CATEGORIA

- ✓ SEGURANÇA CONTRA FRAUDES
- ✓ EFICÁCIA
 - IDENTIFICAÇÃO DO VEÍCULO
 - IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL ONDE ESTÁ O VEÍCULO

2ª CATEGORIA

- ✓ SOFISTICAÇÃO DA UEV
- ✓ CUSTO DE OPERAÇÃO

Procedeu-se então a simulações, alternando-se o nível de relevância entre os atributos pertencentes a uma mesma categoria. Para isto foi necessário estabelecer um critério de graduação em relação ao grau de importância que cada indicador assume no contexto trabalhado. Deste modo utilizou-se uma escala de pesos, partindo-se de zero para o atributo de menor importância e crescendo-se positivamente em função do maior grau

de importância sobre os demais indicadores. Como ponto de partida para esta primeira simulação, elegeu-se a seguinte ordem de importância em relação aos atributos:

1º lugar em importância – SEGURANÇA CONTRA FRAUDES e EFICÁCIA

2º lugar em importância – SOFISTICAÇÃO DA UEV

3º lugar em importância – CUSTO DE OPERAÇÃO

A sofisticação da UEV está relacionada ao segmento dos proprietários, enquanto o custo de operação está mais afeto ao administrador de facilidade. Como já visto, para se obter a maior disseminação possível entre os primeiros, é necessário tornar este grupo mais sensível a custos. O objetivo é atender o maior número de pessoas, das mais diferentes classes sociais. Para o segmento dos administradores, o enfoque deve ser diferente. Estes não precisam ser estimulados a aderir o sistema na mesma intensidade que os proprietários. Para eles, aderir ou não ao sistema IAV deve ser uma decisão baseada principalmente em critérios técnicos, nos quais o benefício de se inserir no processo deve ser maior que os custos para isto exigidos. Quanto maior a quantidade de clientes que puder ser atendida, maior a relação benefício-custo prevista.

Assim sendo, analisando-se os atributos paritariamente, objetivando estabelecer níveis de importância diferentes entre eles, tem-se então a graduação obtida, função da quantidade de vezes que um atributo se sobrepôs aos demais:

QUADRO 4.10.7 – AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS SEGUNDO O NÍVEL DE IMPORTÂNCIA

ATRIBUTOS						
	A	B	C	D	E	PESO
A	0	0	0	1	1	2
B	0	0	0	1	1	2
C	0	0	0	1	1	2
D	0	0	0	0	1	1
E	0	0	0	0	0	0

Atributos:

A – segurança contra fraudes

B - precisão na determinação da localização do veículo

C - precisão na determinação do registro veicular

D - sofisticação da UEV

E - custo de operação

A coluna PESO mostra que o atributo “SEGURANÇA CONTRA FRAUDES” é mais importante que dois outros atributos. O mesmo acontece em relação aos atributos concernentes a EFICÁCIA. Já o atributo “SOFISTICAÇÃO DA UEV” é mais importante que um único atributo, no caso, é o “CUSTO DE OPERAÇÃO”.

Transcrevendo-se o QUADRO 4.10.6, substituindo-se os “X” por uns e os “-“ por zeros, obtém-se o QUADRO 4.10.8:

QUADRO 4.10.8

CONSOLIDAÇÃO FINAL				
ATRIBUTOS	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC
SEGURANÇA CONTRA FRAUDES	1	1	0	1
PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DO VEÍCULO	0	0	1	1
PRECISÃO NA IDENTIFICAÇÃO DO REGISTRO VEICULAR	1	1	0	1
SOFISTICAÇÃO DA UEV	0	0	1	0
CUSTO DE OPERAÇÃO	0	0	1	1

Finalmente, para se obter o *ranking* ponderado dos sistemas em função da importância dos atributos, basta multiplicar a coluna de PESOS por cada uma das alternativas, como mostrado no QUADRO 4.10.9.

QUADRO 4.10.9 – RESULTADO FINAL

ATRIBUTOS	SEM PONDERAÇÃO				PESOS	COM PONDERAÇÃO			
	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC		GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC
A	1	1	0	1	2	2	2	0	2
B	0	0	1	1	2	0	0	2	2
C	1	1	0	1	2	2	2	0	2
D	0	0	1	0	1	0	0	1	0
E	0	0	1	1	0	0	0	0	0
total:	2	2	3	4		4	4	3	6

Atributos:

A - segurança contra fraudes

B - precisão na determinação da localização do veículo

C - precisão na determinação do registro veicular

D - sofisticação da UEV

E - custo de operação

Cabe reparar que, quando se pondera o *ranking* inicial em função da importância relativa dos atributos, a preferência pelo sistema DSRC se acentua mais ainda, corroborando a opção por esta alternativa com vistas à implantação de um sistema IAV oficial. Isto revela que os atributos atendidos por esta modalidade de forma mais intensa são considerados mais importantes do que aqueles que ela atende menos intensamente. O que se observa em relação ao sistema OCR é exatamente o inverso. Sem a ponderação relativa à graduação correspondente ao nível de relevância dos atributos, esta seria a segunda alternativa preferida. Ao se considerar diferentes graus de importância para os indicadores, esta opção se torna a menos atrativa entre todas as alternativas.

A seguir estão mostradas as demais simulações efetuadas. Os QUADROS 4.10.10 e 4.10.11 apresentam as avaliações efetuadas alternando-se a relevância dos indicadores SEGURANÇA CONTRA FRAUDES e EFICÁCIA, lembrando que este último está dividido em duas componentes.

QUADRO 4.10.10 – AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS SEGUNDO O NÍVEL DE IMPORTÂNCIA
(SEGURANÇA CONTRA FRAUDES mais importante que EFICÁCIA)

ATRIBUTOS						
	A	B	C	D	E	PESO
A	0	1	1	1	1	4
B	0	0	0	1	1	2
C	0	0	0	1	1	2
D	0	0	0	0	1	1
E	0	0	0	0	0	0

Atributos:

A - segurança contra fraudes

B - precisão na determinação da localização do veículo

C - precisão na determinação do registro veicular

D - sofisticação da UEV

E - custo de operação

A nova classificação dos indicadores em função do nível de importância no contexto do trabalho é:

1º lugar em importância – SEGURANÇA CONTRA FRAUDES

2º lugar em importância – EFICÁCIA

3º lugar em importância – SOFISTICAÇÃO DA UEV

4º lugar em importância – CUSTO DE OPERAÇÃO

QUADRO 4.10.11 – AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS SEGUNDO O NÍVEL DE IMPORTÂNCIA
(EFICÁCIA mais importante que SEGURANÇA CONTRA FRAUDES)

ATRIBUTOS						
	A	B	C	D	E	PESO
A	0	0	0	1	1	2
B	1	0	0	1	1	3
C	1	0	0	1	1	3
D	0	0	0	0	1	1
E	0	0	0	0	0	0

Atributos:

A - segurança contra fraudes

B - precisão na determinação da localização do veículo

C - precisão na determinação do registro veicular

D - sofisticação da UEV

E - custo de operação

A nova classificação dos indicadores em função do nível de importância no contexto do trabalho é:

1º lugar em importância – EFICÁCIA

2º lugar em importância – SEGURANÇA CONTRA FRAUDES

3º lugar em importância – SOFISTICAÇÃO DA UEV

4º lugar em importância – CUSTO DE OPERAÇÃO

As simulações mostradas nos QUADROS 4.10.12 e 4.10.13 apresentam, respectivamente, cada uma das situações colocadas. Observa-se que mais uma vez que a preferência pelo DSRC torna-se explícita.

QUADRO 4.10.12

(SEGURANÇA CONTRA FRAUDES mais importante que EFICÁCIA)

ATRIBUTOS	SEM PONDERAÇÃO				PESOS	COM PONDERAÇÃO			
	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC		GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC
A	1	1	0	1	4	4	4	0	4
B	0	0	1	1	2	0	0	2	2
C	1	1	0	1	2	2	2	0	2
D	0	0	1	0	1	0	0	1	0
E	0	0	1	1	0	0	0	0	0
total:	2	2	3	4		6	6	3	8

Atributos:

A - segurança contra fraudes

B - precisão na determinação da localização do veículo

C - precisão na determinação do registro veicular

D - sofisticação da UEV

E - custo de operação

QUADRO 4.10.13

(EFICÁCIA mais importante que SEGURANÇA CONTRA FRAUDES)

ATRIBUTOS	SEM PONDERAÇÃO				PESOS	COM PONDERAÇÃO			
	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC		GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC
A	1	1	0	1	2	2	2	0	2
B	0	0	1	1	3	0	0	3	3
C	1	1	0	1	3	3	3	0	3
D	0	0	1	0	1	0	0	1	0
E	0	0	1	1	0	0	0	0	0
total:	2	2	3	4		5	5	4	8

Atributos:

A - segurança contra fraudes

B - precisão na determinação da localização do veículo

C - precisão na determinação do registro veicular

D - sofisticação da UEV

E - custo de operação

Novamente a preferência pelo sistema DSRC em relação aos demais foi novamente constatada.

A seguir são apresentadas algumas simulações, variando-se o grau de relevância dos atributos da segunda categoria, isto é, aqueles menos importantes. Assim sendo, o QUADRO 4.10.14 expressa matriz de importância relativa a este novo enfoque. Foi

utilizado, apenas como referência, níveis de importância iguais para os atributos “SEGURANÇA CONTRA FRAUDES” e “EFICÁCIA”:

QUADRO 4.10.14 – AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS SEGUNDO O NÍVEL DE IMPORTÂNCIA
(CUSTO DE OPERAÇÃO mais importante que SOFISTICAÇÃO DA UEV)

ATRIBUTOS						
	A	B	C	D	E	PESO
A	0	0	0	1	1	2
B	0	0	0	1	1	2
C	0	0	0	1	1	2
D	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	1	0	1

Atributos:

A - segurança contra fraudes

B - precisão na determinação da localização do veículo

C - precisão na determinação do registro veicular

D – sofisticação da UEV

E - custo de operação

A nova classificação em função do nível de importância dos atributos é então:

1º lugar em importância – SEGURANÇA CONTRA FRAUDES e EFICÁCIA

2º lugar em importância – CUSTO DE OPERAÇÃO

3º lugar em importância – SOFISTICAÇÃO DA UEV

O QUADRO 4.10.15 mostra o resultado desta última simulação.

QUADRO 4.10.15
(CUSTO DE OPERAÇÃO mais importante que SOFISTICAÇÃO DA UEV)

ATRIBUTOS	SEM PONDERAÇÃO					COM PONDERAÇÃO			
	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC	PESOS	GPS/GSM	Tel Cel	OCR	DSRC
A	1	1	0	1	2	2	2	0	2
B	0	0	1	1	2	0	0	2	2
C	1	1	0	1	2	2	2	0	2
D	0	0	1	0	0	0	0	0	0
E	0	0	1	1	1	0	0	1	1
total:	2	2	3	4		4	4	3	7

Atributos:

A - segurança contra fraudes

B - precisão na determinação da localização do veículo

C - precisão na determinação do registro veicular

D - sofisticação da UEV

E - custo de operação

Mais uma vez ficou revelada a predominância do sistema DSRC em relação aos demais.

4.11) Considerações Sobre o Capítulo

No QUADRO 4.11.1 estão consolidados os principais resultados obtidos neste capítulo:

QUADRO 4.11.1 – PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS

1ª AVALIAÇÃO - MAH				
SISTEMA	AUTOR	ENTREV.	CONC.	ST. PUB.
GPS/GSM	0,291	0,257	0,288	0,250
TEL/CEL	0,178	0,145	0,149	0,173
OCR	0,120	0,147	0,133	0,131
DSRC	0,411	0,451	0,430	0,446
Convenções:				
AUTOR - resultado do processamento com base nos dados do autor				
ENTREV. - resultado do processamento com base nos dados dos entrevistados				
CONC. - resultado do processamento com base nos dados dos técnicos das concessionárias				
ST. PUB. - resultado do processamento com base nos dados dos técnicos do setor público				
2ª AVALIAÇÃO - MAH				
Todas as simulações realizadas mostraram a preferência pelo sistema DSRC. Com a ponderação em relação ao nível de importância dos atributos, a alternativa OCR sempre foi a última opção em termos de preferências.				
CONCLUSÕES FINAIS				
✓ Convergência dos dois procedimentos de avaliação				
✓ Escolha do sistema DSRC para servir de base para um sistema IAV oficial				

As duas análises realizadas, bem como as diversas simulações efetuadas conduziram a eleger o sistema DSRC como o mais apropriado com vistas à implantação de um SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE VEÍCULOS (IAV). Conclui-se então que, em

função das diretrizes assumidas neste trabalho, a tecnologia DSRC é a que melhor atende ao objetivo proposto.

As análises efetuadas com base na Metodologia da Análise Hierárquica trazem consigo um alto grau de confiabilidade. O método, desenvolvido por SAATY, é utilizado em todo o mundo, sempre produzindo bons resultados, fornecendo assim um respaldo científico ao modo como a resolução de problemas é conduzida. Independentemente da quantidade de pessoas envolvidas na solução (um grupo de pessoas se ocupando com um problema comum, ou um único indivíduo quando o problema diz respeito somente a ele), o mérito da metodologia está em como estruturar o conjunto de variáveis que regem o problema, com vistas à obtenção dos melhores resultados. Os procedimentos de comparação tratam os elementos estudados de forma qualitativa e quantitativa, proporcionando uma abordagem mais ampla do problema a ser tratado. A subjetividade, característica do ser humano é também considerada através de análises de consistência dos julgamentos efetuados. Possíveis incoerências na maneira como a preferência circula ao longo dos elementos comparados podem ser detectadas, e ajustes promovidos objetivando conseguir resultados mais apurados.

A segunda avaliação, embora sem um respaldo científico maior, permitiu confirmar os resultados obtidos na primeira avaliação utilizando-se a MAH. Possibilitou também efetuar diferentes simulações, contemplando níveis de importância diferentes para os indicadores utilizados. E em todas as avaliações e simulações realizadas, a tecnologia DSRC despontou como a preferida para um SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE VEÍCULOS (IAV).

Cabe, no entanto, tecer alguns comentários. O primeiro deles consiste em que, mesmo antes de se efetuar as avaliações vistas neste capítulo, vários aspectos já indicavam que a alternativa DSRC era a mais apropriada. Uma escolha do sistema OCR como a solução mais adequada, por exemplo, constituiria-se em uma expressiva contradição, tendo em vista o que foi tratado no Capítulo 2, no qual foi mostrado como as placas veiculares dianteira e traseira não podem ser consideradas como elementos confiáveis para a identificação veicular. O sistema Tel Cel, por sua vez, também não poderia ser o mais apropriado. A falta de precisão na determinação da localização inviabilizaria

tecnicamente a implantação do sistema. Por outro lado, a exigência da participação de operadoras de telefonia celular no processo, com a atribuição de adequar suas ERB's (Estação de Rádio Base), acarretaria complicações institucionais a serem superadas, além da previsão de maior custo operacional, tendo em vista a maior quantidade de agentes envolvidos. Por fim, o sistema GPS/GSM também apresentaria restrições, não somente devido à sofisticação da UEV (influenciando negativamente o usuário), mas também pelo maior custo de operação decorrente da intensa comunicação a distância e da confecção e distribuição de mapas digitais.

Cabe também esclarecer o porquê da não utilização do indicador custo de implantação do sistema na avaliação. A explicação está descrita no Item 3.8, e novamente repetida aqui de forma sucinta. Como mencionado no referido capítulo, procurou-se fugir sempre da adoção de valores monetários no processo de avaliação, pelas razões já mencionadas. E o indicador custo de implantação está intrinsecamente associado a valores monetários. De forma diferente, o indicador custo de operação está associado ao conceito de complexidade da cadeia de procedimentos, a qual é função não apenas do número de agentes envolvidos, mas também da quantidade de encargos e atribuições necessários para o desempenho do sistema. Em nenhum momento foi associado a qualquer valor monetário.

Concluiu-se, com base nas avaliações efetuadas, que o sistema DSRC é o mais apropriado para o desenvolvimento e implantação de um sistema IAV oficial. Contudo, outros questionamentos surgem naturalmente. Como seria a arquitetura de um sistema IAV? Quais seus agentes, e como eles se inter-relacionariam entre si? Alguns destes questionamentos serão tratados no próximo capítulo. Deve-se deixar bem claro que não se pretende, aqui, esgotar este assunto. Mesmo porque, devido a grande complexidade que envolve esta matéria, novos estudos devem ser conduzidos, incluindo a participação de vários outros segmentos da sociedade, os quais poderiam tirar partido da adoção de um sistema IAV. O que se pretende aqui é apresentar um esboço de como poderia ser construído um sistema IAV em âmbito nacional. Este esboço tem como objetivo tão somente servir como ponto de partida inicial, para que novos trabalhos sejam conduzidos com vistas a prosseguir este assunto.

5. Recomendações Para Implantação de Um Sistema IAV Nacional

5.1) Introdução

Neste capítulo são apresentadas recomendações com vistas à implantação de um sistema IAV no Brasil. Como já foi dito anteriormente, estas sugestões não pretendem esgotar o assunto de forma alguma. Cabe novamente repetir que o objetivo de tal apresentação é tão somente propor uma linha de partida, ou melhor, um arcabouço geral, de forma que trabalhos posteriores possam detalhar cada etapa de forma muito mais elaborada.

Esta matéria possui um grau de complexidade muito significativo, envolvendo vários segmentos da sociedade. Estes segmentos possuem, cada um deles, as suas particularidades específicas, e ambicionam alcançar diferentes metas, visando aprimorar as suas cadeias de procedimentos e otimizar as suas sistemáticas de atuação. Por isto, para alcançar o amadurecimento desejável, objetivando evitar atropelos e imprevistos, a proposição de um sistema IAV deve obrigatoriamente ser avaliada por todos aqueles que poderiam, de alguma forma, serem beneficiados por ele.

É a seguir apresentada a proposta elaborada neste trabalho.

5.2) Um Sistema IAV Brasileiro

Até agora foram apresentados dois personagens de um cenário IAV. Foram eles o operador de sistema e o usuário. É o momento de se apresentar outros dois personagens, o operador de facilidade e o poder regulador, ou mais exatamente, o Poder Público. Têm-se então as seguintes definições para cada um deles:

- ✓usuário- representa aquele pelo qual todo o trabalho é efetuado. Ou, em outras palavras, consiste naquele que faz uso do sistema IAV para adquirir algum produto ou serviço, ou que deve ser fiscalizado ao longo de sua circulação pelo sistema viário, e assim por diante. É aquele que deseja consumir, e paga por aquilo que consome.
- ✓operador do sistema- de acordo com a definição já apresentada, o operador do sistema representa aquele que irá operar e gerir o sistema IAV. Deve possuir o caráter de uma pessoa jurídica, a qual recebe a concessão para operar. Deve seguir as regulamentações estabelecidas pelo Poder Concedente, ou Poder Público.
- ✓operador de facilidade- consiste no administrador ou proprietário da facilidade, entendendo-se esta como a oferta de algum benefício a ser adquirido pelo usuário, ou oferecido em favor deste. Estão incluídas nesta categoria as administradoras de rodovias que desejam adotar o sistema IAV para cobrança de pedágio, os donos de postos de abastecimento ou lojas de serviços automotores, e assim por diante.
- ✓poder público- representa o órgão regulador e fiscalizador do sistema. A ele cabe autorizar concessões de funcionamento de empresas operadoras de sistema, estabelecer a regulamentação do setor visando atender a todos os interesses dos envolvidos da melhor forma possível, e fiscalizar a operação do sistema objetivando assegurar o cumprimento de todas as regras por ele estabelecidas. É o responsável por decidir possíveis conflitos que surjam entre as partes.

A sistemática de operação do sistema proposto é a seguinte:

- i) o poder público autoriza o funcionamento de um certo número de empresas que desejam operar o sistema IAV no país.
- ii) estas empresas, neste trabalho definidas como operadoras de sistema, cadastram operadores de facilidade que desejam contratar o serviço oferecido. Nestas facilidades são implantados os dispositivos eletrônicos que permitem interagir com as unidades embarcadas nos veículos dos usuários.
- iii) o usuário desejoso de aderir ao sistema procura pela empresa operadora de sistema que mais lhe convier. Deve nela se cadastrar e recebe, no ato, a unidade embarcada a ser afixada no veículo de sua propriedade.
- iv) assim sendo, o usuário pode usufruir de todos benefícios oferecidos pelo sistema, usando as facilidades cujos operadores (ou administradores) resolveram aderir ao sistema IAV. Ou seja, pode utilizar estacionamentos, circular por rodovias, comprar combustível e assim por diante. As facilidades por ele utilizadas não necessitam estarem vinculadas à operadora do sistema escolhida pelo usuário.
- v) periodicamente as empresas operadoras de sistema fazem um acerto de contas através de uma câmara de compensação. Ou seja, a empresa operadora A emitirá uma fatura à empresa operadora B contemplando todos os registros relacionados aos usuários da empresa operadora B que fizeram uso de facilidades cadastradas na empresa operadora A.
- vi) cabe a cada empresa operadora cobrar de seus clientes pelo uso de facilidades nela cadastradas, bem como cadastradas em outras empresas operadoras. A cobrança se dá em data acordada entre usuário e empresa operadora, contemplando todos os valores por ele gasto nas diversas facilidades.

- vii) o pagamento do usuário à empresa operadora a qual ele se cadastrou implicará no ressarcimento aos operadores de facilidade, ou a outras operadoras de sistema (através da câmara de compensação) para que elas adotem o mesmo procedimento em relação aos operadores de facilidade nelas cadastrados.
- viii) a remuneração da empresa operadora do sistema se dá através de um percentual do valor a ser pago ao operador de facilidade.

Questões de conflito entre partes, para as quais não seja possível chegar a um acordo, são tratadas pelo Poder Público, ou agente regulador.

O inter-relacionamento entre agentes está mostrado na Fig 5.2.a. Nesta, pode observar que não existe nenhuma ligação direta entre o usuário e o operador de facilidade. Já o Poder Público está sempre presente próximo a cada agente, visando garantir a operação do sistema da forma prevista. Ao operador de sistema está afeta também a câmara de compensação, a qual consiste no elo de ligação entre todos os operadores de sistema.

Algumas considerações devem ser feitas. A primeira delas diz respeito ao papel do Poder Público. Muito embora ele tenha sido apresentado como agente regulador, em algumas situações ele pode desempenhar o papel de operador de facilidade, submetendo-se às mesmas regras estabelecidas para este agente. É o caso, por exemplo, quando um organismo governamental contrata uma operadora de sistema para fiscalizar o cumprimento dos limites de velocidade. Ou quando um operador de transporte público por ônibus resolve contratar uma operadora com o intuito de monitorar, em tempo real, a operação do sistema de ônibus. Ou quando uma rodovia pedagiada através do sistema IAV pertence a um departamento de estradas oficial.

De um modo geral, o Poder Concedente tende a ser o Governo Federal, enquanto que Governos Municipais ou Estaduais podem assumir o papel de operadores de facilidade.

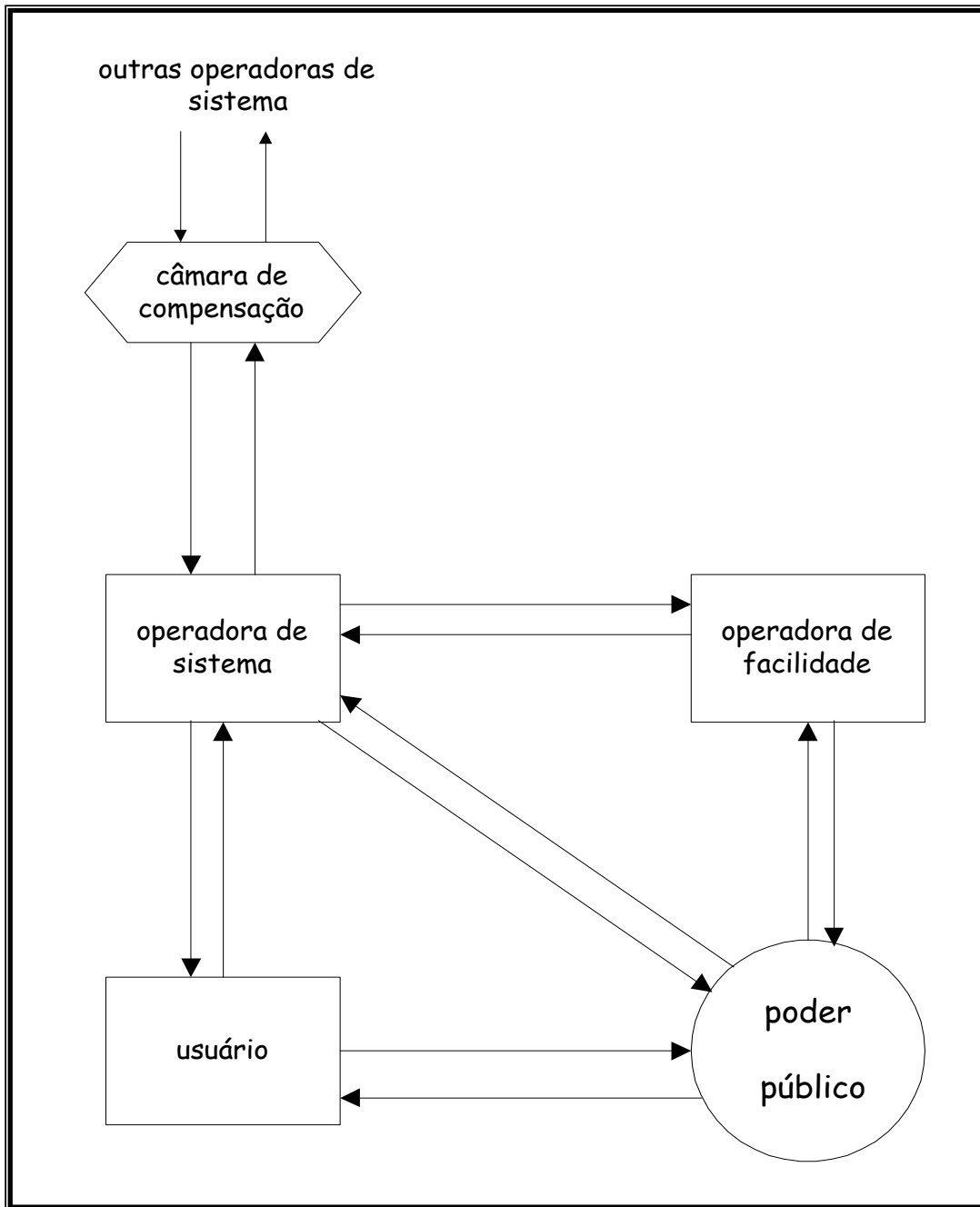


Fig 5.2.a – inter-relacionamento entre agentes

Uma pergunta que surge de imediato diz respeito ao porque da figura do operador de sistema. Isto é, porque o sistema IAV não poderia ser operado pelos próprios operadores de facilidade, eliminando assim a figura do intermediário na prestação do serviço? São duas as razões principais para isto. Ambas estão relacionadas à questão da segurança contra fraudes relativa ao sistema IAV. Para evitar possíveis fraudes e adulterações, deve existir um sistema de chaves de segurança na comunicação entre a unidade embarcada no veículo e os dispositivos de reconhecimento instalados nas facilidades.

Para entender melhor a função e a importância destas chaves de segurança, é apresentado o seguinte exemplo. Supõe-se um fabricante de cofres, cujas portas só se abrem de acordo com um segredo, isto é, uma combinação única de números a qual faria o dispositivo se abrir. Quem fosse comprar um cofre, provavelmente teria em mente guardar bens valiosos, os quais não seria desejável cair em mãos de terceiros, a não ser o dono ou pessoas autorizadas. E a garantia que o comprador teria que isto não iria acontecer seria exatamente o fato de apenas ele conhecer o segredo para abertura da porta. Imagine-se então que aquele fabricante de cofre resolvesse adotar uma única combinação para todos os cofres por ele produzidos, e a torná-la pública para todos que desejassem comprar um cofre. Evidentemente, ninguém mais compraria os cofres daquele fabricante, pois a certeza de sucesso na guarda de valores, baseado no restrito conhecimento do segredo para abertura das portas, não mais existiria. Seria como guardar aqueles bens valiosos em uma gaveta comum, sem nem ao menos com uma fechadura para trancá-la. Ou em outras palavras, o segredo se tornaria público.

Com o sistema IAV aconteceria o mesmo. Se as chaves de segurança fossem compartilhadas por todos, o risco de adulteração do sistema iria aumentar. A probabilidade destas chaves de segurança caírem em mãos erradas, ou seja, de pessoas inescrupulosas, iria aumentar significativamente. Por outro lado, a expectativa destas chaves de segurança serem compartilhadas apenas por uma minoria, ainda assim avalizadas pelo Poder Concedente, traria um novo nível de segurança ao sistema. Apenas para ilustrar com este assunto é importante, o padrão CEN (*Comité Européen de Normalisation*) prevê, para a comunicação DSRC, um total de oito chaves de segurança.

Um outro motivo para a existência do operador de sistema é também a necessidade de se estabelecer compensações financeiras, de modo que a unidade embarcada oferecida por um operador sirva também em outros ambientes ligados a outros operadores. Empresas especializadas promoverão muito mais segurança, eficiência e eficácia ao processo.

5.3) Uma Alternativa ao Sistema Automático

O Brasil possui uma frota de veículos rodoviários em torno de 35 milhões. E produz aproximadamente 2 milhões de veículos por ano. Evidentemente, equipar com o sistema IAV todas as unidades em circulação no país, além daquelas novas colocadas em circulação, levaria tempo e exigiria investimentos para adequar a produção nacional dos componentes eletrônicos aos níveis de demanda, o que também consumiria algum tempo. Por outro lado, apesar da sugestão de que, em um futuro próximo, todos os veículos sejam obrigados a aderir ao sistema de registro eletrônico, durante o tempo em que tal decisão for optativa, provavelmente existiriam usuários que não o desejariam fazer. Logo, deveria existir uma alternativa ao sistema IAV.

Nos estacionamentos, postos de abastecimentos, entre outros tipos de facilidade, isto não deveria se constituir em um problema, pois os procedimentos atuais de cobrança poderiam continuar, talvez com uma estrutura menor em termos de recursos humanos e materiais, já que parte da demanda tenderia a migrar para o sistema automático. Contudo, em outras aplicações, o convívio dos procedimentos atuais com o novo sistema IAV poderia ser problemático, ou não promover os benefícios esperados. Uma delas, por exemplo, diz respeito a fiscalização do trânsito, mais especificamente com vistas ao cumprimento dos limites máximos de velocidade. Foi visto, no capítulo correspondente, que o monitoramento por trecho é muito mais eficaz que aquele efetuado de forma pontual, pois desta maneira motoristas adotam o comportamento adequado apenas no entorno dos pontos de fiscalização, voltando a transgressão ao deixá-los para trás. Mas se nem todos os veículos estão adaptados para o sistema IAV, como efetuar o monitoramento por trecho? Um ponto é certo: não poderiam coexistir ambas as formas de aferição. Seria um tratamento desigual para os usuários, muito mais rigoroso com aqueles que aderissem o sistema automático, uma vez que a eficácia neste caso seria muito maior. Um dos motivos que mais justificaram a realização deste trabalho foi a possibilidade de tarifar determinadas vias até então não consideradas, pois a implantação de praças de pedágio convencionais inviabilizaria qualquer projeto deste tipo. A adoção de um sistema IAV minimizaria esta questão, pois estas vias poderiam agora ser contempladas. Esta matéria foi tratada no capítulo 5 desta dissertação. Mas se nem todos os veículos contassem com um sistema IAV, como pedagiar estas vias? Um

ponto é certo: não se poderia cobrar pedágio apenas daqueles que resolvessem aderir ao sistema automático.

Seria necessário então prover uma alternativa, de modo a abranger os usuários não adeptos ao sistema IAV, em especial naquelas aplicações mais suscetíveis ao convívio do novo com o atual. Em relação à cobrança de pedágio, a sugestão seria que fosse instituída uma tarifação especial para os motoristas não cadastrados. Independentemente do nome que possa vir ter no futuro, para este trabalho esta tarifação será denominada “passe-pedágio”. O usuário que não aderisse ao sistema IAV deveria inicialmente se cadastrar junto a uma operadora de sistema de sua escolha. Uma vez feito isto, cada vez que fosse circular por uma via que contivesse algum tipo de tarifação, o usuário deveria informar a sua operadora as vias a serem utilizadas, e pagar uma tarifa em função do uso do sistema viário especificado. Seria o passe-pedágio. Este procedimento, de modo a oferecer conforto ao usuário, deveria ser efetuado por meio de telefone ou INTERNET, ou ainda em terminais localizados em instalações ao longo das rodovias. Nos pontos de cobrança automática, sensores detectariam um veículo não adaptado com o novo sistema, e fotografias do mesmo seriam batidas para comparar se a sua placa pertenceria a um banco de dados de veículos que se registraram antes da viagem. Caso isto não acontecesse, ou seja, se o usuário não se registrasse junto ao operador do sistema antes de sua viagem, o proprietário do veículo seria autuado de modo a sofrer a punição correspondente.

Em relação à aferição da velocidade máxima, o mesmo procedimento seria efetuado. Ao ingressar no trecho a ser monitorado, um veículo não adaptado ao sistema IAV teria suas placas dianteira e traseira fotografadas. Ao deixar o trecho, o mesmo procedimento seria realizado, possibilitando determinar a duração da viagem pela comparação entre os tempos de ingresso e saída do trecho.

Algumas considerações devem ser feitas. A primeira delas é que a placa de identificação do veículo não é um elemento confiável plenamente, como já foi visto ao longo desta dissertação. Isto poderia trazer alguma fragilidade ao sistema nesta fase de transição para o registro eletrônico obrigatório, promovendo insegurança junto aos operadores de facilidade. Mas por outro lado, medidas poderiam ser tomadas de modo a reduzir a

possibilidade de burlar o sistema. Uma delas, por exemplo, seria fotografar os veículos pela frente e por trás, de modo a não se restringir apenas a uma das placas. Uma outra medida seria a intervenção imediata, no caso de se detectar alguma fraude. Um veículo irregular teria a sua fotografia transmitida em tempo real para o operador do sistema, o qual acionaria equipes de campo (patrulha rodoviária, por exemplo) para perseguição e interceptação do mesmo. Uma outra possibilidade seria promover atividades de fiscalização em campo, surpreendendo aqueles motoristas irregulares em locais estratégicos ao longo das rodovias.

Uma outra consideração a ser feita é que existe hoje, no mercado, uma quantidade apreciável de tecnologias e dispositivos eletrônicos que podem facilitar as atividades de fiscalização e os procedimentos de identificação de veículos não adaptados ao sistema IAV, visando verificar se houve ou não o registro antes da viagem. Uma delas é a tecnologia de reconhecimento ótico dos caracteres das placas. Somente aquelas placas que não pudessem ser efetivamente reconhecidas pelo sistema exigiriam a participação de um funcionário. Isto acarretaria, indubitavelmente, uma grande economia em termos de recursos humanos. Outra possibilidade seria o uso de câmeras de reconhecimento ótico móveis, com possibilidade de comunicação em tempo real com o centro de controle do operador do sistema. Tal recurso permitiria identificar veículos irregulares no momento da sua passagem pelo local de fiscalização.

De modo a evitar maiores sacrifícios por parte dos usuários, viagens pendulares, por exemplo, as quais são efetuadas todos os dias úteis, poderiam corresponder a um único registro do usuário, o qual informaria a quantidade de dias que ele pretendesse utilizar o sistema viário.

Por fim, para induzir a migração para o sistema IAV, as tarifas associadas ao registro manual deveriam ser mais onerosas do que aquelas correspondentes ao sistema automático. Ou então, este deveria contemplar promoções especiais, as quais não estariam disponíveis para os usuários que não aderissem ao novo sistema.

5.4. Plano de Ação para Implantação de Um Sistema IAV Nacional

5.4.1) Aspectos Iniciais

Mais uma vez é importante lembrar que neste trabalho não se tem a pretensão, de forma alguma, de se definir um modelo de sistema padrão para ser adotado por toda a frota nacional brasileira. Ao contrário, esta matéria deve ser questão de diversos debates entre os vários segmentos envolvidos, de forma a se obter um amadurecimento sobre o assunto, o que é indispensável para se chegar a um consenso que satisfaça a todos. O propósito, aqui, é o de apenas sugerir um ordenamento de idéias, de modo a facilitar os trabalhos aqui abordados.

Assim sendo, propõe-se que algumas premissas já devam estar definidas antes mesmo de se iniciar as discussões, de modo que os debatedores se prendam às questões mais relevantes. Algumas diretrizes parecem estar muito claras e evidentes, e devem estar sacramentadas antes de se iniciar qualquer discussão. Por exemplo, vale a pena discutir sobre qual a melhor frequência de operação, quando o mundo todo (Europa, Ásia e EUA) está adotando a frequência de 5.8-5.9 GHz?. Não tem mais sentido discutir uma frequência diferente daquela que está sendo adotada por aqueles países os quais estão na linha de frente do desenvolvimento tecnológico. Caso o Brasil adotasse uma alternativa diferente, estar-se-ia praticamente inviabilizando a transferência de tecnologia de fora, já que estes países tendem a concentrar suas pesquisas para superarem seus próprios desafios. Neste caso o Brasil deveria, caso não quisesse permanecer estagnado tecnologicamente, conduzir suas próprias pesquisas, de forma isolada do mundo. Por outro lado, quanto maior a escala de produção de um dispositivo, maior a economia que isto traz. Apesar do mercado brasileiro não ser pequeno, uma escala mundial traria novas perspectivas em relação a produção destes manufaturados.

Por isto, uma questão que deveria ser sacramentada antes de se iniciar qualquer discussão seria a frequência a ser adotada para a comunicação dedicada de curta distância (DSRC), de 5.8 Ghz. Cabe salientar que esta configuração exigiria alterações no quadro de distribuição de frequência adotado pela ANATEL, como visto em capítulos anteriores.

Uma outra premissa deveria ser a de que o sistema deveria ser simples e de baixo custo, em especial para o proprietário do veículo. Por outro lado, quanto menos sofisticado for o dispositivo embarcado no veículo, menos chances ele tem de apresentar algum tipo de problema, refletindo assim em custos de manutenção quase inexistentes. Tal premissa conduz à utilização de TAG's de leitura e escrita, preferencialmente do tipo passivo, tendo em vista o menor custo e a possibilidade de uma vida útil mais longa, em comparação com o tipo ativo. Este tipo de TAG é ativado pela antena do leitor, como já visto no capítulo correspondente. Neste caso, a capacidade de escrita na unidade embarcada se torna mais difícil, se restringindo à poucas informações. E a área de influência da antena do leitor deve ficar restrita entre dez e quinze metros. Apenas os testes de campo e de laboratório poderão indicar se o TAG passivo não é capaz de atender aos padrões de eficácia exigidos sob as mais diversas condições não havendo, portanto, outra alternativa senão adotar o tipo ativo. De modo semelhante, estes mesmos testes devem considerar o nível de potência do sistema a que o usuário ficaria exposto, de modo a evitar qualquer interferência nociva sobre ele.

Em sua petição ao *FCC* (1997), o *ITS America* colocou que tag's ativos possuem uma distância de alcance maior que os tag's passivos, dada uma mesma potência de operação da antena acoplada ao leitor do dispositivo. Contudo, o tag ativo necessita um transmissor para se comunicar com o leitor sendo, portanto, mais caro e de maior tamanho. Ao contrário, o tag passivo possui a capacidade de responder a diferentes frequências que o leitor pode utilizar, sem necessidade de dispositivos adicionais. Por isto tendem a custar menos que os correspondentes do tipo ativo, além de permitir serem acomodados em invólucros menores. Por outro lado, quando dois ou mais veículos estão em processo de comunicação, o tag ativo exige menos recursos do leitor, além de estar menos sujeito à interferências.

A utilização de TAG's mais simples reflete economia para o proprietário. Mas isto conduz a uma outra questão sobre as unidades locais implantadas ao longo do sistema viário, denominadas ULP's (Unidade Local de Processamento). Estas poderiam possuir níveis de sofisticação diferentes, dependendo das funções a serem exercidas. Uma ULP instalada para controlar o ingresso de veículos em uma garagem, selecionando apenas

àqueles que possuíssem autorização, teria como atribuição apenas identificar o veículo e comparar esta identificação com os registros guardados em um banco de dados local. Por outro lado, ULP's mais sofisticadas poderiam ser espalhadas pelo sistema viário, de forma a identificar algum veículo procurado, a partir de uma informação proveniente de uma central de controle (pode ser um CTA, uma Central Policial, ou semelhante). Neste caso, esta ULP mais sofisticada promoveria uma gravação no TAG do veículo, de modo que todas as demais ULP's o reconhecessem como especial e, ao identificá-lo, enviasse uma mensagem a central que originalmente informou sobre o registro do veículo. Desta forma, veículos procurados poderiam ser rastreados para serem interceptados.

Portanto, a utilização de TAG's simples, transferindo a maior parte das funções para o operador, o qual escolheria a ULP em função de sua aplicação, deveria ser mais uma condição a ser sacramentada antes de iniciar qualquer discussão sobre o desenvolvimento de um sistema IAV para o Brasil.

Esta característica funcional, fundamental no projeto brasileiro, é semelhante ao padrão estabelecido na Europa, mas diferente daquele adotado nos EUA e Japão. Nestas duas regiões, a configuração adotada possibilita, além da comunicação veículo – via, também a comunicação veículo – veículo. Desta forma, diversas outras aplicações são contempladas, além da identificação do veículo propriamente dita. Sistemas para evitar colisão em cruzamentos, advertências aos usuários sobre condições operacionais das vias são apenas alguns exemplos de outras funcionalidades que o padrão adotado nestes países poderia oferecer. Em contrapartida o custo do sistema, especialmente em relação à unidade embarcada no veículo, é superior em relação ao adotado na Europa e àquele aqui proposto para o Brasil.

Um outro aspecto a ser considerado nesta fase inicial refere-se à difusão, por várias regiões do mundo, da configuração a ser adotada, bem como a quantidade de fornecedores disponíveis no mercado. Deve-se evitar ao máximo a adoção de sistemas proprietários, e procurar sempre o emprego de plataformas abertas com larga participação de mercado. Cabe lembrar aqui a supremacia do sistema GSM em relação a outras tecnologias de telefonia móvel, sendo que uma das razões para este sucesso foi, sem dúvida alguma, o fato de ter sido concebido desde o início como um sistema

totalmente aberto, com suas especificações e protocolos disponíveis para toda a sociedade. Por outro lado, é desaconselhável ficar-se exposto a um reduzido número de fornecedores, os quais poderiam impor a livre vontade em relação à questões sobre preço e características funcionais.

Todas as considerações aqui apresentadas em relação ao estabelecimento das premissas iniciais conduzem a adoção do padrão CEN, em frequência de 5.8 GHz, preferencialmente empregando os protocolos de comunicação já em vigor no país (SDSRC e GSS-A1). Isto, por outro lado, promoveria uma substancial economia de recursos com vistas a migração para o novo sistema nacional.

5.4.2) Questões a serem debatidas

Após o tratamento das questões iniciais, as quais não caberia mais nenhum tipo de discussão uma vez sacramentadas, deve-se passar àquelas que realmente devem ser debatidas entre os vários segmentos da sociedade envolvidos no processo, ou seja, que de alguma forma poderiam se beneficiar ou serem influenciados pelo novo sistema proposto. Estas questões podem ser classificadas em técnicas, institucionais e legais, como apresentadas a seguir.

5.4.2.1) Questões Técnicas

a) segurança contra fraudes

Deveriam ser estabelecidos níveis máximos de segurança contra fraudes e adulterações, minimizando as chances de ocorrência de procedimentos ilícitos com o propósito de burlar o sistema, evitando-se assim o que ocorre atualmente, como visto no segundo capítulo deste trabalho. Evidentemente um único TAG afixado no pára-brisa do veículo não seria suficiente para se garantir a segurança necessária, mesmo que este seja à prova de remoção (*tamper resistant*). Pára-brisas podem ser trocados entre dois veículos da

mesma marca e modelo sem nenhum problema, permitindo assim burlar o novo sistema a ser adotado.

Uma possível solução seria atachar TAG's em outras partes importantes do veículo, como chassi e carroceria, de modo a evitar a possibilidade de troca de pára-brisas entre veículos. Estes TAG's, atachados em outras partes do veículo, operariam em conjunto com aquele principal, fixado no pára-brisa do veículo. Qualquer falta de um destes elementos caracterizaria uma situação incorreta, e algum procedimento poderia ser ativado como, por exemplo, o bloqueio da ignição. Vários veículos fabricados no Brasil possuem um TAG na chave de ignição, cujo código deve ser compatível com aquele constante no leitor do TAG acoplado na ignição. Caso este código não seja compatível, a ignição do veículo não é permitida. O mesmo tratamento poderia ser dado em relação ao TAG principal fixado no pára-brisa do veículo.

De acordo com informações obtidas na mídia e mostradas no início deste trabalho, o DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito) está desenvolvendo configurações semelhantes em relação ao “chip eletrônico” a ser utilizado por toda a frota nacional.

As informações mais importantes contidas no TAG deveriam ser protegidas contra captura por pessoas não autorizadas. Além disso, a verificação da autenticidade do TAG deveria ser um procedimento indispensável na definição do sistema, de modo a evitar TAG's falsos (clones). Para isto, dever-se-ia dispor de um conjunto de chaves de proteção e/ou um sistema de criptografia.

Um outro aspecto técnico a ser avaliado é a configuração interna do transponder em relação a sua memória. Além de esta ter que ser suficiente para guardar as informações necessárias, com folga para possíveis outras aplicações que possam surgir no futuro, é importante que os dados de identificação do veículo não possam ser modificados nem apagados. A integridade da memória ROM (*Ready Only Memory*) deveria ser preservada sob as mais diversas influências, desde condições ambientais adversas, até mesmo tentativas de remoção e adulteração do dispositivo. A operação de outros tipos memórias, se for o caso, também deveria ser objeto de avaliação.

b) eficácia do sistema

Deveriam ser estabelecidas as exigências em termos de eficácia do sistema em relação ao objetivo principal, ou seja, a probabilidade de acerto na identificação veicular. Existem padrões internacionais regulando esta questão, os quais deveriam ser considerados. O sistema deveria funcionar sob as mais diversas condições. Velocidades de até duzentos quilômetros por hora (apesar da velocidade máxima hoje instituída no país ser de cento e dez quilômetros por hora), fluxo intenso de veículos de diferentes classes, condições climáticas adversas (chuva, neve, neblina), ambientes agressivos (muito quentes e muito frios, exposição constante a maresia, entre outros) são apenas alguns exemplos que devem ser citados.

c) proteção à saúde do usuário

Deveriam ser estabelecidos os níveis máximos de irradiação que motorista e demais ocupantes do veículo deveriam estar expostos durante o funcionamento do sistema. Tal medida visaria evitar qualquer tipo de malefício ao organismo humano decorrente da troca de informações entre os componentes do sistema.

d) indústria automobilística

A indústria automobilística é outra potencial utilizadora do transponder. Estes dispositivos podem otimizar o processo produtivo, trazendo grandes vantagens na fabricação de veículos. Deste modo, o segmento das montadoras deveria estar representado nesta discussão técnica, não apenas tendo em vista alguma adaptação que os veículos deveriam sofrer em função do novo sistema de registro eletrônico, mas também em função de possíveis adaptações no TAG objetivando otimizar alguns procedimentos ligados à fabricação de veículos.

e) homologação de produtos

Com o intuito de promover a confiança entre a sociedade em relação ao novo sistema proposto, os produtos de cada fornecedor ou fabricante deveriam ser submetidos a testes para verificação do atendimento relativo a cada uma das exigências técnicas, e só então

homologados para serem distribuídos no mercado. O aval do governo representaria um selo de certificação sobre a qualidade do produto.

As avaliações a serem procedidas, a forma de interpretação dos resultados, os níveis mínimos de aceitação, entre outras questões, deveriam ser definidos, bem como a relação de entidades autorizadas a efetuarem estes testes.

O Brasil é um país com uma grande quantidade de montadoras de veículos, acarretando uma enorme variedade de modelos e marcas. A homologação, muito provavelmente, deveria se referir a cada um dos modelos, uma vez que uma determinada configuração que funcionasse bem em um determinado modelo de veículo poderia não operar a contento em um outro diferente. Isto conduz a uma outra questão. Modelos muito antigos, com poucas unidades ainda circulando, poderiam não ser atrativos ao investimento necessário para a adaptação do sistema. O governo, neste caso, poderia ter que assumir o ônus deste gasto.

5.4.2.2) Questões Institucionais

As questões institucionais a serem estudadas em conjunto com outros segmentos da sociedade dizem respeito a matérias gerais, que iriam reger o funcionamento do sistema proposto. A adesão da sociedade ao novo sistema poderia se dar de forma muito mais suave e tranqüila se os segmentos envolvidos, sejam eles operadores ou usuários, se sentissem atraídos por ele. E para isto, seria necessário que enxergassem benefícios e, sobretudo, confiassem plenamente nos novos procedimentos. A confiança deveria ser representada pelo aval do governo a todos os módulos e etapas que comporiam o sistema de registro eletrônico de veículos.

A seguir estão colocados aspectos institucionais a serem debatidos, lembrando que a matéria apresentada aqui não intenciona esgotar o assunto, mas apenas possibilitar o início dos trabalhos.

a) Arquitetura do Sistema – Interação entre Agentes

Foi apresentada anteriormente uma idéia preliminar de como seria a arquitetura de um sistema IAV. Muitos outros estudos devem ser conduzidos de forma a definir as regras e regulamentos que iriam gerir o sistema. Como exemplo, pode-se citar o funcionamento da câmara de compensação, a responsabilidade das empresas operadoras do sistema em relação a vários aspectos, tais como comunicação de TAG's vencidos, prazos, entre diversas outras questões. Para facilitar os trabalhos, uma pauta de assuntos deveria ser definida antes do início da discussão. Cabe salientar a importância desta matéria, pois está diretamente associada a confiabilidade do sistema. Todos os envolvidos deveriam acreditar incondicionalmente na nova proposta, não apenas de forma a estimular a adesão ao sistema IAV, mas também visando evitar desdobramentos indesejáveis, como ações judiciais, manifestações de segmentos da sociedade mais bem organizados, e assim por diante.

Neste sentido, o detalhamento de todos os procedimentos, ou seja, o fluxo de informações, quanto tempo estas deveriam permanecer com cada agente, a função e o modo comportamental de cada um deles, e assim por diante, deveriam ser normatizadas e publicadas para conhecimento geral, trazendo transparência e, conseqüentemente, confiança para todo o processo.

b) Constituição do Registro Eletrônico

Consiste em propor um padrão para composição do conteúdo do TAG, além das chaves de segurança e da própria codificação do dispositivo. Esta composição deveria estar diretamente associada ao conjunto de aplicações que se espera atender. Como sugestão inicial, recomenda-se as seguintes informações:

- (i) identificação do veículo – gravada no transponder ainda em fábrica, seria constituída por uma série de caracteres os quais forneceriam uma identificação única para o veículo. Esta identificação, denominada aqui como Número de Identificação Veicular (NIV), deveria ter um padrão desenvolvido especificamente para este fim, e poderia inserir também a placa do veículo, além da identificação do transponder. Uma das sugestões

apresentadas adiante consiste no emplacamento do veículo na própria fábrica, antes de sair da montadora. O CTB preconiza que a identificação pelas placas dianteira e traseira não pode ser alterada, devendo acompanhar o veículo desde o seu primeiro emplacamento até o fim de sua vida útil, quando então é dada baixa no seu registro. Então porque o veículo não poderia sair de fábrica já emplacado? Tal sugestão será vista com mais detalhe adiante.

- (ii) modelo / marca do veículo – juntamente com a identificação do veículo, poderia vir junto o seu modelo e marca, ou seja, se é um veículo de passeio fechado, se é uma pick-up com carroceria aberta, se é uma VAN, se é um caminhão e a quantidade de eixos deste (2E, 3E, se é um cavalo ou um reboque, e assim por diante). Esta informação poderia ser extremamente útil em determinadas ocasiões. Por exemplo, em quase todas as praças de pedágio existem sensores no pavimento que reconhecem o tipo de veículo, ou seja, a quantidade e espaçamento entre eixos, existência de bandagem dupla, entre outros. Se esta informação viesse contida na unidade embarcada no veículo, novas avaliações sobre a necessidade destes equipamentos poderiam ser conduzidas, objetivando a redução de custos associados a estes engenhos. Uma outra aplicação poderia ser na fiscalização do trânsito, evitando que certas classes de veículos não circulassem por determinadas vias as quais fossem para eles proibidas. É o caso típico da Linha Vermelha, na qual é proibida a circulação de caminhões, e da faixa seletiva para ônibus na Av. Brasil. Ambas as vias constituem-se em importantes corredores de penetração em direção a área central da cidade do Rio de Janeiro.
- (iii) utilização – esta informação possibilitaria identificar alguns veículos especiais, os quais mereceriam um tratamento diferente na circulação viária. Isto é, este campo indicaria se o veículo fosse particular ou um táxi, se fosse um ônibus de turismo ou de concessão para explorar alguma linha de transporte de passageiros, se fosse um veículo de atendimento de emergência, tal como ambulância, viatura policial ou de combate a incêndios, entre outros. Esta informação permitiria um tratamento especial,

como alterações na programação semafórica para otimizar a circulação, direito de estacionamento, e assim por diante. Um detalhe técnico a ser discutido seria como informar ao transponder que o veículo estaria em atendimento, com luzes e sirene ligadas.

- (iv) status – esta informação refletiria o status do veículo, ou seja, se ele está ou não regular, e caso não esteja, o quanto irregular ele esteja. Uma maneira de se proceder seria estabelecer uma escala entre zero, que indicaria que o veículo está totalmente regular, e nove. Quanto mais próximo deste valor, maior seria a gravidade da situação. Assim sendo, valores entre 2 e 5 poderiam, por exemplo, representar um quadro de gravidade em relação a multas não pagas, um valor oito poderia indicar um veículo roubado, e um valor nove um caso de seqüestro. Neste caso, dependendo do valor assumido por esta variável, a Unidade Local de Processamento (ULP) poderia estabelecer uma comunicação direta com uma central (por exemplo, uma central de polícia), com vistas ao rastreamento do veículo, objetivando a sua interceptação.
- (v) licenciamento – a finalidade deste campo seria indicar se o veículo em questão estivesse ou não em dia com as obrigações relativas ao licenciamento anual, isto é, pagamento de impostos, vistorias técnicas, e assim por diante.

Excetuando-se a identificação do veículo, todos os demais campos poderiam ser representados por um único caractere, a ser interpretado pela Unidade Local de Processamento (ULP). Isto facilitaria muito a transmissão de informações entre o leitor e o transponder.

c) Prazo de Implantação

Outra questão a ser estudada seria a forma de implantação do novo sistema. Quantos aos veículos novos, estes poderiam sair de fábrica já equipados. Mas em relação aos veículos já em circulação, deveriam ser estabelecidas regras para que os mesmos fossem

equipados com o novo sistema. Evidentemente, desejar que isto ocorra para todos em um curto período de tempo, traria grandes dificuldades operacionais e expressivos gastos haja visto, principalmente, o tamanho da frota brasileira. Mas poder-se-ia estudar uma programação, dando-se ênfase a determinadas classes de veículos para as quais fosse interessante estimular o ingresso mais cedo no novo sistema de registro eletrônico.

d) Abrangência.

Um outro aspecto a ser discutido seria a abrangência do novo sistema. Ou seja, todos os veículos automotores rodoviários deveriam adotá-lo, sem qualquer exceção? Neste caso, como proceder com os veículos de coleção, os quais devem resguardar as suas características originais? E sobre aqueles veículos especiais destinados a funções específicas tais como construção de estradas, trabalhos agrícolas, entre outros? E sobre os veículos visitantes? Questões como esta deveriam também serem objetos de discussão.

e) Ocorrência de Incidentes

Procedimentos especiais também deveriam ser avaliados para o caso de algum incidente no qual o transponder, ou algum deste no caso de múltiplas tag's, viesse(m) a sofrer danos que o(s) inutilizasse(m). É o caso, por exemplo, de uma quebra do vidro do pára-brisa dianteiro. Uma possibilidade neste caso poderia ser o uso de um tag universal, temporariamente, de modo a que o proprietário dispusesse de um tempo hábil para adquirir um outro dispositivo identificador.

f) Momento do Primeiro Emplacamento

Uma matéria já mencionada anteriormente, e que vale ser discutida, é em relação ao momento do primeiro emplacamento do veículo. Este ocorre, atualmente, quando da compra pelo primeiro proprietário. E segundo o CTB, a licença não poderá ser alterada, devendo este registro acompanhar o veículo até o momento em que for dada baixa no cadastro do departamento de trânsito, ou seja, ao final de sua vida útil. O emplacamento ainda na fábrica, além de não comprometer as diretrizes do CTB, contribuiria muito

para a segurança do sistema de registro eletrônico. O NIV (Número de Identificação Veicular), gravado no TAG ainda na fábrica, poderia conter os caracteres que compõe a placa do veículo. Para efeitos de segurança, o NIV deveria ser gravado em memórias do tipo *WORM (Write Once Read Many)*, ou seja, que permite a gravação dos dados em uma única ocasião. Após este momento, a operação deste tipo de memória é apenas de leitura. Para isto seria necessário que o registro da placa estivesse disponível no momento da composição do NIV (Número de Identificação Veicular). Uma outra vantagem ao se emplacar o veículo ainda na fábrica é que as placas de identificação poderiam vir atachadas ao veículo de uma forma mais imperativa. Assim, a substituição por placas frias, e mesmo alguns procedimentos ilícitos para evitar seu reconhecimento no momento de uma infração, seriam mais difíceis de serem efetuados.

5.4.2.3) Questões Legais

A terceira abordagem diz respeito aos aspectos legais que a introdução das recomendações aqui apresentadas implicaria. Uma delas diz respeito a mudanças no código de trânsito, e algumas resoluções do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), de forma a adequá-los aos novos procedimentos. Um exemplo disto poderia ser as novas sistemáticas para a aferição da velocidade com vistas ao cumprimento dos limites máximos. Ao invés deste monitoramento ser realizado de forma pontual, isto é, em uma seção específica da via, como é hoje, a fiscalização poderia acontecer ao longo de um trecho de rodovia, através da identificação veicular nos momentos de ingresso e saída do referido trecho. Outras questões relacionadas aos novos procedimentos de identificação automática de veículos deveriam ser também trabalhadas, de modo a se obter um tratamento parecido com aquele que é observado para as placas de identificação de veículos e os outros identificadores respeitando, obviamente, as peculiaridades deste novo sistema.

Um segundo aspecto a ser discutido deveria ser a elaboração de normas de conduta de todos os agentes envolvidos, objetivando a eficiência do sistema e o respeito à cada elemento. Devem ser previstas penas para os casos de desrespeito às regras, bem como os procedimentos de apelação junto ao órgão regulador.

Um terceiro assunto a ser debatido diz respeito à privacidade do cidadão. Cabe acrescentar que esta matéria já deveria estar em pauta, mesmo sem a existência de um sistema de registro eletrônico veicular. O desenvolvimento tecnológico verificado ao longo dos últimos anos permite que informações sejam capturadas e enviadas com muito mais facilidade do que em outros tempos. Com isto, as pessoas sofreram um processo de exposição muito intenso em relação a diversas situações. Um bom exemplo disto é a INTERNET. Pode-se também exemplificar esta questão com as chamadas “malas diretas”, isto é, correspondências que se recebe em casa sobre matérias que nunca despertaram interesse antes para o morador, o qual também não compreende como o seu nome e endereço foi parar nas mãos daquele remetente.

A implantação de um sistema de registro veicular poderia servir de pretexto para iniciar os trabalhos referentes a esta questão da privacidade do cidadão.

5.4.3) Sugestão para um Plano de Ação

A seguir é apresentada, como sugestão inicial, um plano de ação com vistas ao desenvolvimento dos trabalhos para obtenção de um padrão único de identificação eletrônica de veículos para o Brasil. Estas recomendações, efetuadas com base nas considerações colocadas neste capítulo, não tem o intuito de esgotar o assunto. Ao invés, visam promover o início das discussões sobre a matéria, de modo a alcançar o objetivo final.

Assim sendo, o plano a seguir apresentado pode e deve ser melhorado, sofrendo um adequamento maior e mesmo alterações, de acordo com as conveniências e fatos que forem surgindo ao longo do processo.

De forma resumida, são as seguintes as recomendações com vistas a implantação de um plano de ação objetivando os trabalhos para obtenção de um padrão brasileiro:

- (i) instituir, no âmbito do Governo Federal, uma comissão constituída por técnicos do DENATRAN para formalizar as questões iniciais (premissas básicas), ou seja, aquelas que devem estar já sacramentadas quando do início dos trabalhos. Esta comissão poderia receber apoio técnico de instituições especializadas.
- (ii) esta própria comissão, referida anteriormente, seria também responsável pela constituição das câmaras especializadas, visando estudar e avaliar as questões técnicas, institucionais e legais. Normas relativas às avaliações técnicas, pauta a ser debatida e participantes são apenas alguns exemplos do que deveria ser considerado na formação das câmaras.
- (iii) instituição das câmaras, com programação e cronograma previamente estabelecidos. Seria recomendável que estas possuíssem caráter permanente, mesmo tendo-se superado os desafios iniciais. Por exemplo, em relação às questões legais não bastaria apenas adaptar a leis e resoluções em vigor ao novo cenário. Seria importante promover um acompanhamento permanente dos acontecimentos relativos ao funcionamento do sistema IAV proposto, visando aperfeiçoá-lo em relação aos aspectos que poderiam ainda ser melhorados.
- (iv) a câmara técnica teria a atribuição de detalhar e padronizar o sistema DSRC para o Brasil, bem como homologar os sistemas de cada fabricante em relação a cada novo modelo lançado pela indústria automobilística. Caberia a cada montadora escolher seu(s) fornecedor(es) e solicitar a homologação dos sistemas de IAV em relação ao novo produto lançado por ela.
- (v) tendo em vista o caráter inovador da proposta, o que indubitavelmente acarretaria riscos, seria possível que surgisse uma inércia inicial. O que seria natural, tendo em vista os investimentos em uma iniciativa totalmente nova. Para quebrar esta inércia, e dar partida ao desenvolvimento de um sistema de identificação eletrônica de veículos,

poderia o governo realizar um procedimento licitatório, do tipo técnica-preço, para implantação do novo sistema DSRC em relação ao modelos produzidos pela indústria automobilística nacional, sistema este que seria base do padrão para todo o Brasil. Sob este enfoque, deveria ser dada preferência às empresas que oferecessem o menor preço pelos manufaturados, além de se comprometerem a nacionalizar a sua produção.

6. Recomendações Finais – Sugestões para Futuras Pesquisas

No capítulo anterior foram apresentadas sugestões objetivando implantar um plano de ação com vistas à obtenção de um padrão brasileiro para um sistema IAV no Brasil. Como já foi dito tais recomendações não pretendem esgotar o assunto, mas visam tão somente promover o início dos trabalhos.

Dois aspectos ainda merecem ser abordados. O primeiro deles diz respeito a urgência com que esta matéria deve ser tratada. A identificação automática de veículos, mais que uma opção, está se tornando uma necessidade imperiosa. Muitos procedimentos relevantes não são realizáveis sem a automação do processo de identificação veicular. Prova disto são as diversas iniciativas que vem surgindo, relativas a diferentes aplicações, principalmente nos últimos anos. E quanto mais o tempo passar, e mais disseminada estiver a adoção deste tipo de procedimento, mais difícil e sofrida será a implantação de um padrão nacional. Pois os custos associados à migração para o novo modelo brasileiro serão tanto mais altos quanto mais sistemas diferentes deste tipo estiverem operando.

A segunda questão a ser comentada é concernente ao potencial que o sistema de telefonia móvel oferece nas soluções de transporte. Primeiramente, pela disseminação verificada na sociedade. Segundo dados estatísticos, o número de telefones celulares no Brasil superou em quantidade aos de telefonia fixa (ver QUADRO 6.a). Atualmente, em especial nas zonas urbanas, um número considerável de pessoas sai de casa carregando os seus terminais móveis. Estes estão continuamente ligados, em contato permanente com as ERB's (Estações de Rádio Base), o que permitiria o aproveitamento destes sinais para diversas funções na área de transportes.

Em segundo lugar, diversas aplicações têm sido desenvolvidas baseadas nos sistemas de telefonia móvel. Além de permitir a comunicação entre pessoas, estes aparelhos têm se revelado como importantes instrumentos para a realização de diversas tarefas. Transmissão de dados e imagens, operações bancárias, aquisição de produtos são apenas uns poucos exemplos da mais recente forma de uso desta tecnologia. E o emprego na

área de transportes pode também ser expressivo. Sistemas de informações aos viajantes, de assistência a usuários em dificuldades na estrada, de otimização na circulação de caminhões e no transporte de mercadorias são apenas algumas das aplicações que podem fazer uso desta tecnologia.

O surgimento das técnicas de localização dos terminais móveis (*LBS – Location Based Services*) é uma outra novidade com um grande potencial. As origens dos pedidos de auxílio dos usuários em necessidade poderão ser automaticamente rastreadas, contribuindo para o rápido atendimento às ocorrências. Por outro lado, aplicações de direcionamento de rotas (*route guidance*) poderão ser efetuadas de modo muito mais simples e barato através dos aparelhos de telefone celular. Além do que, não apenas motoristas dos automóveis necessitam orientação, mas também pedestres circulando por áreas, nas quais nunca estiveram antes, podem precisar de informação para atingir seus destinos. Cabe destacar ainda o rastreamento de veículos, adotados por transportadores para efeitos de logística e segurança. O sistema de telefonia móvel, a exemplo do que já ocorre, se constitui em uma alternativa interessante em relação ao uso de satélites.

Prevê-se que, em um futuro não muito distante, várias serão as aplicações que terão como base o telefone celular do usuário. Interfaces acopladas ao painel do veículo com o único intuito de transmitir informações entre o móvel e o usuário-veículo promoverão uma utilização de maneira mais prática e amigável, evitando que o usuário tenha que tirar a mão do volante ou desviar a atenção da pista por muito tempo.

A utilização do sistema de telefonia móvel para aplicação na área de transportes de pessoas e bens representará um grande potencial, e deve ser objeto de intensas pesquisas.

QUADRO 6.a – QUANTIDADE DE TERMINAIS

FIXOS E MÓVEIS (x 1.000.000)

TIPO	ANO	
	2002	2003
telefones fixos em operação	38,80	39,20
terminais móveis em operação	34,88	46,37

Fonte: www.teleco.com.br em 20 de março de 2004

Por fim, como mais uma sugestão para futuras pesquisas, pode-se citar os estudos os quais estão sendo conduzidos em várias partes do mundo, envolvendo o uso combinado das várias tecnologias aqui analisadas. Um exemplo destes estudos é o projeto CALM (*Continuous Air interface for Long and Medium distance*), em estudo pela ISO TC204 e outros organismos afins. Apesar do objetivo final diferente, o que não promove qualquer concorrência com a proposta aqui apresentada, este assunto deve ser mais bem pesquisado.

ANEXO 1

RESOLUÇÕES DO CONTRAN
(CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO)
MENCIONADAS NESTE
TRABALHO

RESOLUÇÃO Nº. 004/98

Dispõe sobre o trânsito de veículos novos nacionais ou importados, antes do registro e licenciamento.

O Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, usando da competência que lhe confere o [Art. 12 da Lei 9.503](#) de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro - CTB, e conforme [Decreto nº 2.327](#), de 23 de setembro de 1997, que dispõe sobre a coordenação do Sistema Nacional de Trânsito;

Considerando que o veículo novo terá que ser registrado e licenciado no Município de domicílio ou residência do adquirente;

Considerando que o concessionário ou revendedor autorizado pela indústria fabricante do veículo, poderá ser o primeiro adquirente;

Considerando a conveniência de ordem econômica para o adquirente nos deslocamentos do veículo;

RESOLVE:

Art. 1º. Permitir o transporte de cargas e pessoas em veículos novos, antes do registro e licenciamento, adquiridos por pessoas físicas e jurídicas, por entidades públicas e privadas e os destinados aos concessionários para comercialização, desde que portem a "autorização especial" segundo o modelo constante do anexo I.

§ 1º. A permissão estende-se aos veículos inacabados (chassis), do pátio do fabricante ou do concessionário até o local da indústria encarregadora.

§ 2º. A "autorização especial" válida apenas para o deslocamento para o município de destino, será expedida para o veículo que portar os Equipamentos Obrigatórios previstos pelo CONTRAN (adequado ao tipo de veículo), com base na Nota Fiscal de Compra e Venda; com validade de (15) quinze dias transcorridos da data da emissão, prorrogável por igual período por motivo de força maior.

§ 3º. A autorização especial será impressa em (3) três vias, das quais, a primeira e a segunda serão coladas respectivamente, no vidro dianteiro (para-brisa), e no vidro traseiro, e a terceira arquivada na repartição de trânsito expedidora.

Art. 2º. Os veículos adquiridos por autônomos e por empresas que prestam transportes de cargas e de passageiros, poderão efetuar serviços remunerados para os quais estão autorizados, atendida a legislação específica, as exigências dos poderes concedentes e das autoridades com jurisdição sobre as vias públicas.

Art. 3º. Os veículos consignados aos concessionários, para comercialização, e os veículos adquiridos por pessoas físicas, entidades privadas e públicas, a serem licenciados nas categorias "PARTICULAR e OFICIAL", somente poderão transportar suas cargas e pessoas que tenham vínculo empregatício com os mesmos.

Art. 4º. Antes do registro e licenciamento, o veículo novo, nacional ou importado que portar a nota fiscal de compra e venda ou documento alfandegário poderá transitar:

I - do pátio da Fábrica; da Indústria Encarroçadora ou concessionária; do posto Alfandegário; ao Órgão de Trânsito do Município de destino, nos dois dias úteis seguintes a expedição da Nota Fiscal ou documento Alfandegário correspondente; [\(veja prazos para motocicletas e afins na Resolução 20/98\)](#)

II – do pátio da fábrica, da indústria encarroçadora ou concessionária, ao local onde vai ser embarcado como carga, por qualquer meio de transporte;

III – do local de descarga às concessionárias ou indústrias encarroçadora;

IV – de um a outro estabelecimento da mesma montadora, encarroçadora ou concessionária ou pessoa jurídica interligada.

Art. 5º. Pela inobservância desta Resolução, fica o condutor sujeito à penalidade constante do [Artigo 230, inciso V, do Código de Trânsito Brasileiro](#).

Art. 6º. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogada a Resolução 612/83.

Brasília / DF, 23 de janeiro de 1998.

RESOLUÇÃO N.º 005/98

Dispõe sobre a vistoria de veículos e dá outras providências

O Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, usando da competência que lhe confere o [Art. 12 da Lei 9.503](#), de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro - CTB, e conforme [Decreto nº 2.327](#), de 23 de setembro de 1997, que dispõe sobre a coordenação do Sistema Nacional de Trânsito;
Considerando o que dispõe o [art. 314](#) do Código de Trânsito Brasileiro;
Considerando ser de conveniência técnica e administrativa que as vistorias dos veículos obedeçam a critérios e procedimentos uniformes em todo o país.

R E S O L V E:

Art. 1º. As vistorias tratadas na presente Resolução serão realizadas por ocasião da transferência de propriedade ou de domicílio intermunicipal ou interestadual do proprietário do veículo, ou qualquer alteração de suas características, implicando no assentamento dessa circunstância no registro inicial.

Art. 2º. As vistorias mencionadas no artigo anterior executadas pelos Departamentos de Trânsito, suas Circunscrições Regionais, têm como objetivo verificar :

- a) a autenticidade da identificação do veículo e da sua documentação;
- b) a legitimidade da propriedade;
- c) se os veículos dispõem dos equipamentos obrigatórios, e se estes atendem as especificações técnicas e estão em perfeitas condições de funcionamento;
- d) se as características originais dos veículos e seus agregados não foram modificados, e se constatada alguma alteração, esta tenha sido autorizada, regularizada, e se consta no prontuário do veículo na repartição de trânsito;

Parágrafo Único. Os equipamentos obrigatórios são aqueles previstos pelo Código de Trânsito Brasileiro, e Resoluções do CONTRAN editadas sobre a matéria.

Art. 3º. Não se realizará vistoria em veículo sinistrado com laudo pericial de perda total, no caso de ocorrer transferência de domicílio do proprietário.

Art. 4º. Esta Resolução entrará em vigor na data da sua publicação, revogada a Resolução 809/95.

Brasília, 23 de janeiro de 1998.

RESOLUÇÃO Nº. 011/98

Estabelece critérios para a baixa de registro de veículos a que se refere bem como os prazos para efetivação.

O Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, usando da competência que lhe confere o art. 12 da Lei 9503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro - CTB, e conforme [Decreto nº 2.327](#), de 23 de setembro de 1997, que dispõe sobre a coordenação do Sistema Nacional de Trânsito;

Considerando o que dispõe o Código de Trânsito Brasileiro nos seus artigos 19, 126, 127 e 128;

Considerando a necessidade de serem estabelecidos requisitos mínimos para a efetivação da baixa do registro de veículos;

R E S O L V E:

Art. 1º. A baixa do registro de veículos é obrigatória sempre que o veículo for retirado de circulação nas seguintes possibilidades:

- I – veículo irrecuperável;
- II – veículo definitivamente desmontado;
- III – sinistrado com laudo de perda total;
- IV – vendidos ou leiloados como sucata.

§ 1º. Os documentos dos veículos a que se refere este artigo, bem como as partes do chassi que contém o registro VIN e suas placas, serão obrigatoriamente recolhidos aos órgãos responsáveis por sua baixa.

§ 2º. Os procedimentos previstos neste artigo deverão ser efetivados antes da venda do veículo ou sua destinação final.

§ 3º. Os órgãos responsáveis pela baixa do registro dos veículos deverão reter sua documentação e destruir as partes do chassi que contém o registro VIN e suas placas. ([acrescentado o § 4º pela Deliberação 18/00](#)); ([acrescentado o § 4º pela Resolução 113/00](#))

Art. 2º. A baixa do registro do veículo somente será autorizada mediante quitação de débitos fiscais e de multas de trânsito e ambientais, vinculadas ao veículo, independentemente da responsabilidade pelas infrações cometidas.

Art. 3º. O órgão de trânsito responsável pela baixa do registro do veículo emitirá uma Certidão de Baixa de Veículo, no modelo estabelecido pelo [anexo I desta Resolução](#) – datilografado ou impresso, após cumpridas estas disposições e as demais da legislação vigente.

Parágrafo Único. Caberá ao órgão previsto neste artigo a elaboração e encaminhamento ao Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN de relatório mensal contendo a identificação de todos os veículos que tiveram a baixa de seu registro no período.

Art. 4º. Uma vez efetuada a baixa, sob nenhuma hipótese o veículo poderá voltar à circulação.

Art. 5º. A baixa do registro do veículo será providenciada mediante requisição do responsável e laudo pericial confirmando a sua condição.

Art. 6º. O responsável de promover a baixa do registro de veículo terá o prazo de quinze dias, após a constatação da sua condição através de laudo, para providenciá-la, caso contrário incorrerá nas sanções previstas pelo [art. 240 do Código de Trânsito Brasileiro](#).

Parágrafo Único. Finalizado o prazo previsto neste artigo, inicia-se um novo prazo com a mesma duração, sujeito a nova sanção.

Art. 7º. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Brasília, 23 de janeiro de 1998.

RESOLUÇÃO Nº. 14/98

Estabelece os equipamentos obrigatórios para a frota de veículos em circulação e dá outras providências.

O Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, usando da competência que lhe confere o [inciso I, do art.12](#), da Lei 9.503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro – CTB e conforme o [Decreto 2.327](#), de 23 de setembro de 1997, que trata da coordenação do Sistema Nacional de Trânsito;

CONSIDERANDO o [art. 105, do Código de Trânsito Brasileiro](#);

CONSIDERANDO a necessidade de proporcionar às autoridades fiscalizadoras, as condições precisas para o exercício do ato de fiscalização;

CONSIDERANDO que os veículos automotores, em circulação no território nacional, pertencem a diferentes épocas de produção, necessitando, portanto, de prazos para a completa adequação aos requisitos de segurança exigidos pela legislação; resolve:

Art. 1º Para circular em vias públicas, os veículos deverão estar dotados dos equipamentos obrigatórios relacionados abaixo, a serem constatados pela fiscalização e em condições de funcionamento:

I) nos veículos automotores e ônibus elétricos:

- 1) pára-choques, dianteiro e traseiro;
- 2) protetores das rodas traseiras dos caminhões;
- 3) espelhos retrovisores, interno e externo;
- 4) limpador de pára-brisa;
- 5) lavador de pára-brisa;
- 6) pala interna de proteção contra o sol (pára-sol) para o condutor;
- 7) faróis principais dianteiros de cor branca ou amarela;
- 8) luzes de posição dianteiras (faroletes) de cor branca ou amarela;
- 9) lanternas de posição traseiras de cor vermelha;
- 10) lanternas de freio de cor vermelha;
- 11) lanternas indicadoras de direção: dianteiras de cor âmbar e traseiras de cor âmbar ou vermelha;
- 12) lanterna de marcha à ré, de cor branca;
- 13) retro-refletores (catadióptrico) traseiros, de cor vermelha;
- 14) lanterna de iluminação da placa traseira, de cor branca;

- 15) velocímetro,
 - 16) buzina;
 - 17) freios de estacionamento e de serviço, com comandos independentes;
 - 18) pneus que ofereçam condições mínimas de segurança;
 - 19) dispositivo de sinalização luminosa ou refletora de emergência, independente do sistema de iluminação do veículo;
 - 20) extintor de incêndio;
 - 21) registrador instantâneo e inalterável de velocidade e tempo, nos veículos de transporte e condução de escolares, nos de transporte de passageiros com mais de dez lugares e nos de carga com capacidade máxima de tração superior a 19t;
 - 22) cinto de segurança para todos os ocupantes do veículo;
 - 23) dispositivo destinado ao controle de ruído do motor, naqueles dotados de motor a combustão;
 - 24) roda sobressalente, compreendendo o aro e o pneu, com ou sem câmara de ar, conforme o caso;
 - 25) macaco, compatível com o peso e carga do veículo;
 - 26) chave de roda;
 - 27) chave de fenda ou outra ferramenta apropriada para a remoção de calotas;
 - 28) lanternas delimitadoras e lanternas laterais nos veículos de carga, quando suas dimensões assim o exigirem;
 - 29) cinto de segurança para a árvore de transmissão em veículos de transporte coletivo e carga;
- II) para os reboques e semireboques:
- 1) pára-choque traseiro;
 - 2) protetores das rodas traseiras;
 - 3) lanternas de posição traseiras, de cor vermelha;
 - 4) freios de estacionamento e de serviço, com comandos independentes, para veículos com capacidade superior a 750 quilogramas e produzidos a partir de 1997;
 - 5) lanternas de freio, de cor vermelha;
 - 6) iluminação de placa traseira;
 - 7) lanternas indicadoras de direção traseiras, de cor âmbar ou vermelha;

- 8) pneus que ofereçam condições mínimas de segurança;
- 9) lanternas delimitadoras e lanternas laterais, quando suas dimensões assim o exigirem.

III) para os ciclomotores:

- 1) espelhos retrovisores, de ambos os lados;
- 2) farol dianteiro, de cor branca ou amarela;
- 3) lanterna, de cor vermelha, na parte traseira;
- 4) velocímetro;
- 5) buzina;
- 6) pneus que ofereçam condições mínimas de segurança;
- 7) dispositivo destinado ao controle de ruído do motor.

IV) para as motonetas, motocicletas e triciclos:

- 1) espelhos retrovisores, de ambos os lados;
- 2) farol dianteiro, de cor branca ou amarela;
- 3) lanterna, de cor vermelha, na parte traseira;
- 4) lanterna de freio, de cor vermelha
- 5) iluminação da placa traseira;
- 6) indicadores luminosos de mudança de direção, dianteiro e traseiro;
- 7) velocímetro;
- 8) buzina;
- 9) pneus que ofereçam condições mínimas de segurança;
- 10) dispositivo destinado ao controle de ruído do motor.

V) para os quadriciclos:

- 1) espelhos retrovisores, de ambos os lados;
- 2) farol dianteiro, de cor branca ou amarela;
- 3) lanterna, de cor vermelha na parte traseira;
- 4) lanterna de freio, de cor vermelha;

- 5) indicadores luminosos de mudança de direção, dianteiros e traseiros;
- 6) iluminação da placa traseira;
- 7) velocímetro;
- 8) buzina;
- 9) pneus que ofereçam condições mínimas de segurança;
- 10) dispositivo destinado ao controle de ruído do motor;
- 11) protetor das rodas traseiras.

VI) nos tratores de rodas e mistos:

- 1) faróis dianteiros, de luz branca ou amarela;
- 2) lanternas de posição traseiras, de cor vermelha;
- 3) lanternas de freio, de cor vermelha;
- 4) indicadores luminosos de mudança de direção, dianteiros e traseiros;
- 5) pneus que ofereçam condições mínimas de segurança;
- 6) dispositivo destinado ao controle de ruído do motor.

VII) nos tratores de esteiras:

- 1) faróis dianteiros, de luz branca ou amarela;
- 2) lanternas de posição traseiras, de cor vermelha;
- 3) lanternas de freio, de cor vermelha;
- 4) indicadores luminosos de mudança de direção, dianteiros e traseiros;
- 5) dispositivo destinado ao controle de ruído do motor.

Parágrafo único: Quando a visibilidade interna não permitir, utilizar-se-ão os espelhos retrovisores laterais.

Art. 2º. Dos equipamentos relacionados no artigo anterior, não se exigirá:

I) lavador de pára-brisa:

- a) em automóveis e camionetas derivadas de veículos produzidos antes de 1º de janeiro de 1974;
- b) utilitários, veículos de carga, ônibus e microônibus produzidos até 1º de janeiro de 1999;

II) lanterna de marcha à ré e retro-refletores, nos veículos fabricados antes de 1º de janeiro de 1990;

III) registrador instantâneo inalterável de velocidade e tempo:

a) nos veículos de carga fabricados antes de 1991, excluídos os de transporte de escolares, de cargas perigosas e de passageiros (ônibus e microônibus), até 1º de janeiro de 1999 ([Alterado pelo Art. 1º da Resolução 87/99](#))

b) nos veículos de transporte de passageiros ou de uso misto, registrados na categoria particular e que não realizem transporte remunerado de pessoas;

IV) cinto de segurança:

a) para os passageiros, nos ônibus e microônibus produzidos até 1º de janeiro de 1999;

b) até 1º de janeiro de 1999, para o condutor e tripulantes, nos ônibus e microônibus;

c) para os veículos destinados ao transporte de passageiros, em percurso que seja permitido viajar em pé.

V) pneu e aro sobressalente, macaco e chave de roda:

a) nos veículos equipados com pneus capazes de trafegar sem ar, ou aqueles equipados com dispositivo automático de enchimento emergencial;

b) nos ônibus e microônibus que integram o sistema de transporte urbano de passageiros, nos municípios, regiões e microregiões metropolitanas ou conglomerados urbanos;

c) nos caminhões dotados de características específicas para transporte de lixo e de concreto;

d) nos veículos de carroçaria blindada para transporte de valores.

VI) velocímetro, naqueles dotados de registrador instantâneo e inalterável de velocidade e tempo, integrado.

Parágrafo único: Para os veículos relacionados nas alíneas “b”, “c”, e “d”, do inciso V, será reconhecida a excepcionalidade, somente quando pertencerem ou estiverem na posse de firmas individuais, empresas ou organizações que possuam equipes próprias, especializadas em troca de pneus ou aros danificados.

Art. 3º. Os equipamentos obrigatórios dos veículos destinados ao transporte de produtos perigosos, bem como os equipamentos para situações de emergência serão aqueles indicados na legislação pertinente

Art. 4º. Os veículos destinados à condução de escolares ou outros transportes especializados terão seus equipamentos obrigatórios previstos em legislação específica.

Art. 5º. A exigência dos equipamentos obrigatórios para a circulação de bicicletas, prevista no [inciso VI, do art. 105, do Código de Trânsito Brasileiro](#) terá um prazo de cento e oitenta dias para sua adequação, contados da data de sua Regulamentação pelo CONTRAN.

Art. 6º. Os veículos automotores produzidos a partir de 1º de janeiro de 1999, deverão ser dotados dos seguintes equipamentos obrigatórios:

I - espelhos retrovisores externos, em ambos os lados;

II - registrador instantâneo e inalterável de velocidade e tempo, para os veículos de carga, com peso bruto total superior a 4536 kg; ([Alterado pelo Art. 2º da Resolução 87/99](#))

III - encosto de cabeça, em todos os assentos dos automóveis, exceto nos assentos centrais;

IV - cinto de segurança graduável e de três pontos em todos os assentos dos automóveis. Nos assentos centrais, o cinto poderá ser do tipo sub-abdominal;

Parágrafo único: Os ônibus e microônibus poderão utilizar cinto sub-abdominal para os passageiros.

Art. 7º. Aos veículos registrados e licenciados em outro país, em circulação no território nacional, aplicam-se as regras do [art. 118 e seguintes do Código de Trânsito Brasileiro](#).

Art. 8º Ficam revogadas as Resoluções 657/85, 767/93, [002/98](#) e o [art. 65 da Resolução 734/89](#).

Art. 9º. Respeitadas as exceções e situações particulares previstas nesta Resolução, os proprietários ou condutores, cujos veículos circularem nas vias públicas desprovidos dos requisitos estabelecidos, ficam sujeitos às penalidades constantes do [art. 230 do Código de Trânsito Brasileiro](#), no que couber.

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

Brasília, 06 de fevereiro de 1998.

RESOLUÇÃO Nº 24/98

Estabelece o critério de identificação de veículos, a que se refere o [art. 114 do Código de Trânsito Brasileiro](#).

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN, usando da competência que lhe confere o [art. 12, inciso I, da Lei n.º 9.503](#), de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro e, conforme o [Decreto n.º 2.327](#), de 23 de setembro de 1997, que dispõe sobre a coordenação do Sistema Nacional de Trânsito, resolve:

Art. 1º Os veículos produzidos ou importados a partir de 1º de janeiro de 1999, para obterem registro e licenciamento, deverão estar identificados na forma desta Resolução.

Parágrafo único. Excetuam-se do disposto neste artigo os tratores, os veículos protótipos utilizados exclusivamente para competições esportivas e as viaturas militares operacionais das Forças Armadas.

Art. 2º A gravação do número de identificação veicular (VIN) no chassi ou monobloco, deverá ser feita, no mínimo, em um ponto de localização, de acordo com as especificações vigentes e formatos estabelecidos pela NBR 3 nº 6066 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, em profundidade mínima de 0,2 mm.

§ 1º Além da gravação no chassi ou monobloco, os veículos serão identificados, no mínimo, com os caracteres VIS (número seqüencial de produção) previsto na NBR 3 nº 6066, podendo ser, a critério do fabricante, por gravação, na profundidade mínima de 0,2 mm, quando em chapas ou plaqueta colada, soldada ou rebitada, destrutível quando de sua remoção, ou ainda por etiqueta autocolante e também destrutível no caso de tentativa de sua remoção, nos seguintes compartimentos e componentes:

I - na coluna da porta dianteira lateral direita;

II - no compartimento do motor;

III - em um dos pára-brisas e em um dos vidros traseiros, quando existentes;

IV - em pelo menos dois vidros de cada lado do veículo, quando existentes, excetuados os quebra-ventos.

§ 2º As identificações previstas nos incisos "III" e "IV" do parágrafo anterior, serão gravadas de forma indelével, sem especificação de profundidade e, se adulterados, devem acusar sinais de alteração.

§ 3º Os veículos inacabados (sem cabina, com cabina incompleta, tais como os chassis para ônibus), terão as identificações previstas no § 1º, implantadas pelo fabricante que complementar o veículo com a respectiva carroçaria.

§ 4º As identificações, referidas no §2º, poderão ser feitas na fábrica do veículo ou em outro local, sob a responsabilidade do fabricante, antes de sua venda ao consumidor.

§ 5º No caso de chassi ou monobloco não metálico, a numeração deverá ser gravada em placa metálica incorporada ou a ser moldada no material do chassi ou monobloco, durante sua fabricação.

§ 6º Para fins do previsto no caput deste artigo, o décimo dígito do VIN, previsto na NBR 3 nº 6066, será obrigatoriamente o da identificação do modelo do veículo.

Art. 3º Será obrigatória a gravação do ano de fabricação do veículo no chassi ou monobloco ou em plaqueta destrutível quando de sua remoção, conforme estabelece o [§ 1º do art. 114 do Código de Trânsito Brasileiro](#).

Art. 4º Nos veículos reboques e semi-reboques, as gravações serão feitas, no mínimo, em dois pontos do chassi.

Art. 5º Para fins de controle reservado e apoio das vistorias periciais procedidas pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Trânsito e por órgãos policiais, por ocasião do pedido de código do RENAVAM, os fabricantes depositarão junto ao órgão máximo executivo de trânsito da União as identificações e localização das gravações, segundo os modelos básicos.

Parágrafo único. Todas as vezes que houver alteração dos modelos básicos dos veículos, os fabricantes encaminharão, com antecedência de 30 (trinta) dias, as localizações de identificação veicular.

Art. 6º As regravações e as eventuais substituições ou reposições de etiquetas e plaquetas, quando necessárias, dependerão de prévia autorização da autoridade de trânsito competente, mediante comprovação da propriedade do veículo, e só serão processadas por empresas credenciadas pelo órgão executivo de trânsito dos Estados ou do Distrito Federal.

§ 1º As etiquetas ou plaquetas referidas no caput deste artigo deverão ser fornecidas pelo fabricante do veículo.

§ 2º O previsto no caput deste artigo não se aplica às identificações constantes dos incisos III e IV do § 1º do art. 2º desta Resolução.

Art. 7º Os órgãos executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal não poderão registrar, emplacar e licenciar veículos que estiverem em desacordo com o estabelecido nesta Resolução.

Art. 8º Fica revogada a [Resolução 659/89](#) do CONTRAN.

Art. 9º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, , de 21 de maio de 1998

RESOLUÇÃO Nº 27/98

Dispõe sobre a inspeção de segurança veicular de que trata o [art. 104 do Código de Trânsito Brasileiro](#).

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN, usando da competência que lhe confere o [art. 12, inciso I, da Lei nº 9.503](#), de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro - CTB, e conforme o [Decreto nº 2.327](#), de 23 de setembro de 1997, que trata da coordenação do Sistema Nacional de Trânsito,

resolve:

Art. 1º A inspeção de segurança veicular de que trata o [art. 104 do Código de Trânsito Brasileiro](#), será realizada a partir de 1º de março de 1999.

Art. 2º Os critérios técnicos dos itens a serem inspecionados e os procedimentos legais para a habilitação dos postos de inspeção veicular serão definidos no prazo de 180 (cento e oitenta) dias contados da publicação desta Resolução.

Art. 3º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 21 de maio de 1998

RESOLUÇÃO Nº 32/98

Estabelece modelos de placas para veículos de representação, de acordo com o [art. 115, § 3º do Código de Trânsito Brasileiro](#).

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN, usando da competência que lhe confere o [art.12, inciso I, da Lei nº9.503](#), de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro, e conforme o [Decreto nº 2.327](#), de 23 de setembro de 1997, que dispõe sobre a coordenação do Sistema Nacional de Trânsito, resolve:

Art. 1º Ficam aprovados os modelos de placa constantes do Anexo à presente Resolução, para veículos de representação dos Presidentes dos Tribunais Federais, dos Governadores, Prefeitos, Secretários Estaduais e Municipais, dos Presidentes das Assembléias Legislativas e das Câmaras Municipais, dos Presidentes dos Tribunais Estaduais e do Distrito Federal, e do respectivo chefe do Ministério Público e ainda dos Oficiais Gerais das Forças Armadas.

Art. 2º Poderão ser utilizados os mesmos modelos de placas para os veículos oficiais dos Vice-Governadores e dos Vice-Prefeitos, assim como para os Ministros dos Tribunais Federais, Senadores e Deputados, mediante solicitação dos Presidentes de suas respectivas instituições.

Art. 3º Os veículos de representação deverão estar registrados junto ao RENAVAL.

Art. 4º Esta Resolução entra em vigor 90 (noventa) dias após a data de sua publicação. [Obs. torna insubsistente a Resolução 437/70](#)

Brasília, 21 de maio de 1998

RESOLUÇÃO Nº 34/98

Complementa a [Resolução nº 14/98](#) do CONTRAN, que dispõe sobre equipamentos obrigatórios para os veículos automotores.

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN, usando da competência que lhe confere o [art. 12, inciso I, da Lei nº 9.503](#), de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro - CTB, e conforme o [Decreto nº 2.327](#), de 23 de setembro de 1997, que trata da coordenação do Sistema Nacional de Trânsito, resolve:

Art. 1º Os equipamentos obrigatórios dos tratores de roda, dos reboques de uso agrícola tracionados por trator de roda e dos implementos agrícolas serão exigidos no prazo de 360 dias, contados a partir da publicação desta Resolução.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 21 de maio de 1998

RESOLUÇÃO Nº 43/98

Complementa a [Resolução nº 14/98](#), que dispõe sobre equipamentos de uso obrigatório nos veículos automotores.

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN, usando da competência que lhe confere o [art. 12, inciso I, da Lei nº 9.503](#), de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro - CTB; e conforme o [Decreto nº 2.327](#), de 23 de setembro de 1997, que trata de coordenação do Sistema Nacional de Trânsito, resolve:

Art. 1º Tornar facultativo o uso em caminhões, ônibus e em microônibus de espelho retrovisor interno, quando portarem espelhos retrovisores externos esquerdo e direito.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 21 de maio de 1998

RESOLUÇÃO Nº 45/98

Estabelece o Sistema de Placas de Identificação de Veículos, disciplinado pelos artigos 115 e 221 do Código de Trânsito Brasileiro.

O CONSELHO, NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN, usando da competência que lhe confere o [art. 12, inciso I, da Lei nº 9.503](#) de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro - CTB, e conforme [Decreto nº 2.327](#), de 23 de setembro de 1997, que dispõe sobre a coordenação do Sistema Nacional de Trânsito, resolve:

Art.1º Após registrado no órgão de trânsito, cada veículo será identificado por placas dianteira e traseira, afixadas em parte integrante do mesmo, contendo caracteres alfanuméricos individualizados sendo o primeiro grupo composto por 3 (três) caracteres, resultante do arranjo, com repetição, de 26 (vinte e seis) letras, tomadas três a três, e o segundo composto por 4 (quatro) caracteres, resultante do arranjo, com repetição, de 10 (dez) algarismos, tomados quatro a quatro.

§ 1º Além dos caracteres previstos neste artigo, as placas dianteira e traseira deverão conter, gravados em tarjetas removíveis a elas afixadas, a sigla identificadora da Unidade da Federação e o nome do Município de registro do veículo, exceção feita às placas dos veículos oficiais.

§ 2º As placas dos veículos oficiais, deverão conter, gravados nas tarjetas ou, em espaço correspondente, na própria placa, os seguintes caracteres:

I - veículos oficiais da União: B R A S I L;

II - veículos oficiais das Unidades da Federação: nome da Unidade da Federação;

III - veículos oficiais dos Municípios: sigla da Unidade da Federação e nome do Município.

§ 3º A placa traseira será obrigatoriamente lacrada à estrutura do veículo, juntamente com a tarjeta, ressalvada a opção disposta no parágrafo 2º deste artigo.

§ 4º Os caracteres das placas de identificação serão gravados em alto relevo.

Art. 2º As dimensões, cores e demais características das placas obedecerão as especificações constantes do Anexo da presente Resolução.

Parágrafo único. Serão toleradas variações de até 10% nas dimensões das placas e caracteres alfanuméricos das mesmas.

Art. 3º Os veículos automotores cujo receptáculo próprio das placas seja inferior ao mínimo estabelecido nesta Resolução, ficam autorizados, após verificação da excepcionalidade pelo órgão executivo de trânsito dos Estados ou do Distrito Federal, a utilizar a placa adequada, conforme Figura 2.

Art. 4º No caso de mudança de categoria de veículos já identificados pelo novo sistema, as placas deverão ser alteradas para as de cor da nova categoria, permanecendo entretanto a mesma identificação alfanumérica.

Art. 5º O órgão máximo executivo de trânsito da União, estabelecerá normas técnicas e de procedimento, necessárias ao cumprimento desta Resolução, especialmente aquelas relativas a:

I - operacionalização da sistemática;

II - distribuição e controle das séries alfanuméricas;

III - especificações e características das placas para sua fabricação;

IV - especificações e características de lacração.

Art. 6º As placas serão confeccionadas por fabricantes credenciados pelos órgãos executivo de trânsito dos Estados ou do Distrito Federal, obedecendo as formalidades legais vigentes.

§ 1º Será obrigatória a gravação do registro do fabricante em superfície plana da placa e da tarjeta, de modo a não ser obstruída sua visão quando afixadas nos veículos, obedecendo as especificações contidas no Anexo da presente Resolução.

§ 2º Aos órgãos executivos de trânsito dos Estados ou do Distrito Federal, caberá credenciar o fabricante de placas e tarjetas, bem como a fiscalização do disposto neste artigo.

§ 3º O fabricante de placas e tarjetas que deixar de observar as especificações constantes da presente Resolução e dos demais dispositivos legais que regulamentam o sistema de placas de identificação de veículos, terá seu credenciamento cassado pelo órgão executivo de trânsito dos Estados ou do Distrito Federal, no qual concedeu a autorização, após o devido processo administrativo.

§ 4º Os órgãos executivos de trânsito dos Estados ou do Distrito Federal, estabelecerão as abreviaturas, quando necessárias, dos nomes dos municípios de sua Unidade de Federação, a serem gravados nas tarjetas.

Art. 7º Para a substituição das placas dos veículos, os órgão executivo de trânsito dos Estados ou do Distrito Federal, deverão proceder a vistoria dos mesmos para verificação de suas condições de segurança, autenticidade de identificação, legitimidade de propriedade e atualização dos dados cadastrais

Art. 8º O processo de substituição das placas deverá estar concluído até 31 de julho de 1999. [\(estabelecido prazo até 31/12/99 pela Deliberação 08/99\);\(revogado pela Resolução 99/99\)](#)

Art. 9º O não cumprimento do disposto nesta Resolução implicará na aplicação da penalidade prevista no [art. 221 do Código de Trânsito Brasileiro](#).

Art. 10 Ficam revogadas as [Resoluções 754/91](#), [755/91](#), 813/96 e 09/98 do CONTRAN.

Art. 11 Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 21 de maio de 1998

- ANEXO I

1 - Veículos particulares, de aluguel, oficial, de experiência, de aprendizagem e de fabricante serão identificados na forma e dimensões em milímetros das placas traseiras e dianteira, conforme figura I;

a) dimensões da placa: h = 130; c = 400

b) dimensões máximas: h = 143; c = 440

c) dimensões mínimas: h = 117; c = 360

2 - Dimensões dos caracteres da placa em mm:

h = 63; d = 10

s =

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
54	44	44	43	40	40	45	45	10	36	49	40
M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
54	47	45	44	51	46	46	44	45	49	49	49
Y	Z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
47	40	18	36	37	40	36	36	36	38	36	36

3 - Biciclos, triciclos e similares motorizados serão identificados nas formas e dimensões da figura nº 2 deste Anexo.

a) dimensões da placa em milímetros: h = 136; c= 187

b) dimensões dos caracteres da placa em milímetros: h = 42; d = 6

s =

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
36	30	30	30	27	27	30	30	6	25	33	27
M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
36	32	30	30	35	31	31	30	30	33	33	33
Y	Z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
32	27	12	24	25	27	24	24	24	26	24	24

4 - O desenho dos caracteres das placas e tarjetas de trânsito da União, em escala 1:1, mediante solicitação.

5 - Cores:

CATEGORIA DO VEÍCULO	COR	
	PLACA E TARJETA	
	FUNDO	CARACTERES
Particular	Cinza	Preto
Aluguel	Vermelho	Branco
Experiência	Verde	Branco
Aprendizagem	Branco	Vermelho
Fabricante	azul	Branco

6 - Formato e dimensões dos caracteres das tarjetas em milímetros:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
7.0	6.0	6.0	6.0	5.5	5.5	6.0	6.0	1.5	6.0	6.5	5.5
M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
7.0	6.5	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	6.5	6.5
Y	Z										
6.5	6.5										

7 - O código de cadastramento do fabricante da placa e tarjeta, será composto por um número de três algarismos, seguida da sigla da Unidade da Federação e dos dois últimos algarismos do ano de fabricação, gravado em alto ou baixo relevo, em cor igual a do fundo da placa e cujo conjunto de caracteres deverá medir em milímetros:

a) placa: h = 8; c = 30

b) tarjeta: h = 3; c = 15

8 - Lacre: Os veículos após identificados deverão ter suas placas lacradas à estrutura, com lacres de uso exclusivo, em material sintético virgem (polietileno) ou metálico (chumbo). Estes deverão possuir características de inviolabilidade e identificado o Organismo de Trânsito (UF) em sua face externa, permitindo a passagem do arame por seu interior.

- dimensões mínimas: 15 x 15 x 4 mm

9 - Arame: O arame galvanizado utilizado para a lacração da placa deverá ser trançado.

- dimensões: 3 X BWG 22 (têmpera mole).

10 - Material:

I - O material utilizado na confecção das placas de identificação de veículos automotores poderá ser chapa de ferro laminado a frio, bitola 22, SAE I 008, ou em alumínio (não galvanizado) bitola 1 mm.

II - O material utilizado na confecção das tarjetas, dianteiras e traseiras, poderá ser em chapa de ferro, bitola 26, SAE 1008, ou em alumínio bitola 0,8.

11 - Codificação das Cores:

COR	CÓDIGO RAL
CINZA	7001
VERMELHO	3000
VERDE	6016
BRANCA	9010
AZUL	5019
PRETA	9011

12 – O ilhós ou rebites utilizados para a fixação das tarjetas deverá ser em alumínio.

RESOLUÇÃO Nº 127/01

Altera o inciso I do artigo 1º da Resolução nº 56, de 21 de maio de 1998 - CONTRAN, e substitui o seu anexo.

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO-CONTRAN, usando da competência que lhe confere o [art. 12, inciso I, da Lei nº 9.503](#), de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro - CTB, e conforme [Decreto nº 2.327](#), de 23 de setembro de 1997, que dispõe sobre a coordenação do Sistema Nacional de Trânsito, resolve:

Art. 1º O [inciso I do artigo 1º da Resolução nº 56](#), de 21 de maio de 1998 - CONTRAN, passa a vigorar com a seguinte redação:

Art. 1º.....

I - ter sido fabricado há mais de trinta anos.

Art. 2º O Certificado de Originalidade de que trata o § 3º do art. 1º da Resolução nº 56, de 21 de maio de 1998 - CONTRAN, será expedido conforme modelo constante do anexo desta Resolução

Art. 3º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 6 de agosto de 2001

ANEXO 2

arquitetura nacional dos sistemas
inteligentes de transportes preparada
para o Departamento de Transportes
dos Estados Unidos

QUADRO 2.3.1 – Serviços de ITS para os Usuários

Área de Aplicação	Serviço
Gerenciamento do Tráfego e das Viagens	Informações aos Usuários na Origem
	Informações aos Usuários da Via
	Direcionamento de Rotas
	Otimização do Número de Veículos no Transporte de passageiros
	Informações aos Viajantes
	Controle de Tráfego
	Gerenciamento de Incidentes
	Gerenciamento de Demandas
	Gerenciamento de Emissões de Poluentes
Interseções Rodo-Ferrovárias	
Gerenciamento de Transporte Público	Gerenciamento de Transportes Públicos
	Informações sobre Itinerários
	Transporte Público Personalizado
	Segurança dos Viajantes
Pagamento Eletrônico	Serviços de Pagamento Eletrônico
Operação de Veículos Comerciais	Despacho Eletrônico de Veículos Comerciais
	Segurança de Pista
	Segurança e Inspeção de Bordo
	Administração de Veículos Comerciais
	Resposta a Incidentes com Materiais Perigosos
	Gerenciamento no Deslocamento da Frota
Gerenciamento de Emergências	Segurança Pessoal e Notificação de Emergências
	Gerenciamento de Veículos de Emergência
	Atendimentos a Incidentes
Sistemas Avançados de Segurança Veicular	Prevenção de Colisão Longitudinal
	Prevenção de Colisão Lateral
	Prevenção de Colisão em Cruzamentos
	Visão Computadorizada na Prevenção de Colisões
	Prontidão Para Segurança
	Emprego de Dispositivos Pré-Colisão
Operação de Veículos Automatizados	
Gerenciamento de Informações	Arquivo de Dados
Gerenciamento da Manutenção e Construção	Operação da Manutenção e da Construção

Prepared for US DoT – october, 2003

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01) 3M and Transcore Offer an Automated Solution to Enhance Vehicle Compliance – obtido em dez/2003 de www.transcore.com/markets/electronic_vehicle_registration.htm
- 02) A news service reporting on developments regarding the use of radio based tagging transponder systems for commerce and scientific applications – **TRANSPONDER NEWS** – obtido em 21 de novembro de 2003 de www.transpondernews.com/unusual.html
- 03) **A Tecnologia Wireless** – obtido em www.trellis.com.br/pages/artigos_wireless em 26 de junho de 2003
- 04) Abernethy, B *et al* – Splinter Cell – **Traffic Technology International** June/July – 2004 – p 29-33
- 05) Abernethy, B. – No compromise The Facts and near-fiction of public privacy – **traffic technology international** – p 38 – 43 – dec2003/jan2004
- 06) **AM/FM RADIO KIT** – obtido de support.tandy.com/support_games em 5 de setembro de 2003
- 07) **Amendment of The Commission’s Rules Regarding Dedicated Short-Range Communication services in the 5.850-5.925 Ghz Band** – Federal Communication Commission – Washington D.C. – November 15, 2002
- 08) Aragão, J.J.G. *et al* – Metodologia Para Determinar a Necessidade de Informação nas Parcerias Público Privadas em Infra-estrutura de Transporte – Anais do XVII ANPET – **Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte** – p 1373-1384
- 09) Aragão, J.J.G. *et al* – Parcerias Públicos Privadas: Pontos para Adequação da Legislação Brasileira – Anais do XVII ANPET – **Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes** – p 1361-1370
- 10) Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias – Relatório 2002
- 11) ASTM E2158-01 – Standard Specification for Dedicated Short Range Communication (DSRC) Physical Layer Using Microwave in the 902-928 MHz Band – ASTM – USDOT – September 2002
- 12) ASTM PS 105-99 (Draft) – Specification for Dedicated Short Range Communication (DSRC) – Data Link Layer : Medium Access and Logical Link Control – ASTM – USDOT – June 2000

- 13) ASTRONOMIA NO BRASIL disponível em <
www.geocities.com/CapeCanaveral?2939/crono.htm > acesso em 19 de maio de 2003
- 14) AVL System for Bus Transit – A Synthesi of Transit Practice – Transportation Research Board – **National Council TCRP Synthesis 24** – 1997 – Washington DC
- 15) Barroso, J. et al – **Identificação Automática de Placas de Matrícula de Automóveis** – obtido de home.utad.pt em 24 de setembro de 2003
- 16) Barroso, J. et al – Number plate reading using computer vision -
- 17) Bates, C – The Track Race – traffic technology international – p 44-46
dec2003/jan2004
- 18) Bebis, G., Shah, M. Review of Computer Vision Education IEEE transactions on Education, vol 46, n 1, feb 2003
- 19) Beigel, M L – Dynamic Performance of Passive-Tag Inductive RFID Systems – obtido em 21 de novembro de 2003 de www.transpondernews.com
- 20) Bidaud, C. et al ARCHITECTURE AND VALIDATION TESTS OF THE FRENCH INTER-OPERATOR ELECTRONIC FEE COLLECTION SYSTEM - Congresso Internacional ITS . Turin 2001
- 21) Boelen, A – GNSS: The Future of Tolling – Tolltrans 2003 – p 86-87
- 22) Booz Allen & Hamilton – Commercial Vehicle Operations – Roadside – prepared for USDOT – FHWA - nov 1998
- 23) Borrás, K. French Connection At last – ITS in France can speak with one voice Traffic Technology International p 34-41 agosto/setembro de 2000
- 24) Bulas-Cruz, J. et al – Real Time Number Plate Reading – obtido de home.utad.pt em 22/9/03
- 25) Burris, M., Yelds, A - Using ETC to Provide Variable Tolling: Some Real World Results – ITS América Annual Meeting – May, 2000 – Boston
- 26) CARMEN Free Flow – ANPR Software Package – obtido de www.arhungary.hu em 24/9/03
- 27) Catálogo de produtos da Q-FREE – disponível em www.qfree.com em 12/2003
- 28) Catálogo de produtos da Texas Instruments – obtido de www.ti-rfid.com em dez de 2003
- 29) Catálogo de Produtos da Transcore – Transcore - disponível em

- www.transcore.com em 12/2003
- 30) Catling, I. et al The Prospects For Electronic Fee Collection (EFC) Using Vehicle Positioning Systems Congresso Internacional ITS . Turin 2001
 - 31) CDMA x GSM obtido de www.teleco.com.br em 5 de julho de 2003
 - 32) Cell-Lock – Technology – obtido em www.cell-loc.com/how_tech em 11 de julho de 2003
 - 33) CELLPHONES HISTORY – obtido de www.cellphones-accessories.com/history.html em 1 de julho de 2003
 - 34) CIDE - Lei nº 10.336, de 19 de dezembro de 2001 – dispões sobre a aplicação dos recursos da CIDE – obtido em www.receita.fazenda.gov.br em 31/8/2004
 - 35) CitySync’s ANPR products – obtido de www.citysync.co.uk em 22/09/03
 - 36) CLARA – obtido de www.claraocr.org em 8/10/03
 - 37) CLARA OCR Advanced User’s Manual
 - 38) Clara OCR Glossary obtido de www.clara.org em 9/9/03
 - 39) Clark,J – Singapore Slims Traffic Flow – ITSinternational p.35-36 – July/August 1999
 - 40) CNTa – Integração é a Palavra de Ordem – Confederação Nacional do Transporte Revista nº 106 p 26-30 – junho de 2004
 - 41) CNTb- Olho no Crédito – Confederação Nacional do Transporte Revista - nº 106 p 44-45 – junho de 2004
 - 42) CNTc – Tragédia Incessante – Falta de Investimento Provoca Alta nos Acidentes e Prejuízos de até 100 mil - Confederação Nacional de Transporte Revista nº 108 p 14-15 – agosto de 2004
 - 43) CNTd – O Bom Exemplo do Tio Sam O Que o Brasil deveria Aprender com os Estados Unidos – Confederação Nacional do Transporte Revista - nº 107 – p 20-25 - julho de 2004
 - 44) CNTe – Pela Navegação Gaucha – Confederação Nacional do Transporte Revista - nº 105 - março de 2004
 - 45) CNTf – Monitoramento de Recursos – por Raul Velloso para a Confederação Nacional de Transportes – 2003, obtido em www.cnt.org.br/index em 27 de agosto de 2004
 - 46) Costa, F.F. – SEGMENTAÇÃO DOS EFEITOS DO PEDÁGIO URBANO NA ALOCAÇÃO DO TRÁFEGO PARA USUÁRIOS DE DIFERENTES FAIXAS

- DE RENDA – Tese de Mestrado – UFRJ/COPPE/PET – abril de 2001 – Rio de Janeiro
- 47) Crabtree, J P E – Model MACS: A State-Developed System for Electronic Screening of Commercial Vehicles – March 2001
 - 48) Crawford,D. – EFC: “F”stands for fuel – ITSinternational p. 49-50 – January/February 2001
 - 49) D4 Identificação Animal Ltda – DESTRON # Fearing – obtido de www.d4microchip.com.br em 13/11/2003
 - 50) Dana, P. H. – The Global Positioning System – revised 05/01/2000 (first published in September, 1994) – obtido de www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html em 25/02/04
 - 51) Di Rocha,N.S. – A História da Telefonia Celular no Brasil – obtido em <http://wirelessbr.sites.uol.com.br> em 5 de julho de 2003
 - 52) Di Rocha,N.S. – GSM – Global System for Mobile Communication – obtido em <http://wirelessbr.sites.uol.com.br> em 5 de julho de 2003
 - 53) DoT-a - FCC Licensing Decision Will Help Advance Safe Transportation – Department Of Transportation – Office of Public Affairs – Washington D.C. – News – December 17, 2003
 - 54) DSRC Air Interface Discussion – USDOT – obtido de www.its.dot.gov/tcomm/app_1.htm em dez/2003
 - 55) E2213-03 – Standard Specification for Telecommunications and Information Exchange Between Roadside and Vehicle Systems – 5 GHz Band Dedicated Short Range Communication (DSRC) Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification – obtido de www.astm.org em 14/12/03
 - 56) EAS Systems – Transponder News – obtido de www.transpondernews.com/easbasic.html em nov/2003
 - 57) eGo™ – Electronic Vehicle Registration – Transcore – disponível em www.transcore.com em 12/2003
 - 58) Electric Coupled Transponder System – Transponder News – obtido de www.transpondernews.com/electric.html em nov/2003
 - 59) Electronic Vehicle Identification – 30-06-2003 - obtido em dezembro de 2003 de www.europa.eu.int/comm/transport/road/roadsafety/its/evi –
 - 60) Elliott, S. D. - Wireless Communications for Intelligent Transportation Systems

ARTECH HOUSE,INC Norwood, 1995

- 61) Eloranta, T et al – Effectiveness of licence plate recognition based journey time monitoring in the demanding nordic environment - ITS
- 62) Expert Choice – V9 – User Manual - Decision Support Software, Inc. – September / 1986
- 63) Expert Choice for Windows – V9 – Tutorial – Decision Support Software, Inc. – September / 1986
- 64) Fact Sheet: E911 Phase II Decision. – Federal Communication Commission – outubro de 2001
- 65) FCC Allocates Spectrum in 5.9 Ghz Range for Intelligent Transportation System Uses – Federal Communication Commission – FCC NEWS – Washington D.C. – October 21, 1999
- 66) FCC PROPOSES TO ALLOCATE SPECTRUM IN 5.9 GHZ RANGE FOR INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEM USES (ET DOCKET NO. 98-95) – Federal Communication Commission – FCC NEWS – Washington D.C. – June 11, 1998
- 67) FCC-a – Amendment of The Commission’s Rules Regarding Dedicated Short Range Communication Services in the 5.850-5.925 Ghz Band – novembro 15, 2002
- 68) Fifth Report and Order – wt docket N. 00-110; cc docket N. 92-105 - FCC – dezembro de 2001
- 69) Fink, W.G. - Smart Vehicle Radio Systems
- 70) Georgiadis, D. – When will my bus arrive? – ITS America 2001 – march 2001
- 71) GLONASSa; disponível em < www.spaceandtech.com/spacedata/constellations/glonass > acesso em 10 de junho de 2003
- 72) GLONASSb; Russian Defense Ministry to restore its Global Navigation Satellite System; novembro,10-2002 – Moscow – disponível em www.gpseducationresource.com/gpsnews.htm em 10/06/2002
- 73) GLONASSc; Russian Launches Three Navigation Satellites into Space from Kazakztan; dez 2002, Moscow; disponível em <http://cnews.canoe.ca/cnews> em 10/06/2003

- 74) Glossary of Radio Frequency Identification (RFID) Terms – obtido em 2 de dezembro de 2003 de www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/papers
- 75) Golden Eagle – The Program For Automatic Vehicle License Plate Reading – VAIS – Moscou, Russia – obtido de fire.relarn.ru/personal/charly em 26/9/2003
- 76) GPSa, Um Pouco Mais Sobre GPS, disponível em < www.geocities.com/CapeCanaveral/Galaxy > acesso em 31 de maio de 2003
- 77) GPSb – Vulnerability Assessment of The Transportation Infrastructure Relying on the Global Positioning System – Prepared by John Avolpe National Transportation Systems Center for Office of the Assistant Secretary for transportation Policy – US Department of Transportation August 2001
- 78) GPS-c – The Germain Toll Collect – obtido de toll-collect.de em 7/9/2004
- 79) Guedes, N L S – CONTRIBUIÇÃO AO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE CARTOGRAFIA DIGITALIZADA E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA TRANSPORTES – Tese de Mestrado – UFRJ/COPPE/PET – dezembro / 1998 – Rio de Janeiro
- 80) Hariskesh,P C, Krishnankutti,K V – India Considers Charging – ITSinternational p 50 – november/december 2003
- 81) Harmelink, M.D. – The Highway 407 ETCS: System Performance Monitoring
- 82) Hausler, H ; Oehry, B - THE COLLECTION SYSTEM FOR THE DISTANCE RELATED HEAVY VEHICLE FEE IN SWITZERLAND - Congresso Internacional ITS . Turin 2001
- 83) Hayes,N. – Location Your Location Based Service Provider – obtido em www.wirelessdevnet.com/channels/lbs/features em 3 de julho de 2003
- 84) HISTÓRIA DO INPE disponível em < www.inpe.br/sobre_o_inpe/historia.htm > acesso em 11 de junho de 2003
- 85) Histórico das Comunicações Móveis – obtido de www.tdma.hpg.ig.com.br/1historico.htm em 23/09/03
- 86) Histórico do Sistema Móvel Celular – obtido em <http://wirelessbr.sites.uol.com.br> em 8 de julho de 2003
- 87) Hook, P – Use or Be Used? – Traffic Technology International – June/July 2004 – p 42-43
- 88) Hook,P – Positively Charged? – Tolltrans – Traffic Technology International

- Suplement 2003 p 83-84
- 89) How Radio Waves Work – obtido de www.crosbycomms.co.uk
 - 90) How RFID Systems Work – Transponder News – obtido de www.transpondernews.com/newswork.html em novembro de 2003
 - 91) IEEE Std 1455 – 1999 – Standard for Message Sets for Vehicle/Roadside Communications – IEEE – USDoT – February 2000
 - 92) Improvement of Common Infrastructures and Utilization of IT Resources for Revitalizing the Economy – ITS HAND BOOK 2002-2003 - obtido de www.its.go.jp/ITS/2002HBook em 13/11/2003
 - 93) Improving Bus Terminal Management using RFID Automatic Vehicle Location (AVI) System – obtido de www.aimglobal.org/technologies/rfid/casestudy em 2 de dezembro de 2003
 - 94) Introduction to Electromagnetic Waves and Radio Communication obtido em pasture.ecn.purdue.edu em 5 de setembro de 2003
 - 95) ITS Industry Newsflash, 4 July 2003 – obtido de www.ertico.com em 6 de julho de 2003
 - 96) ITS/CVO Interoperability Guiding Principles – obtido em www.e-squared.org em 13/11/03
 - 97) ITSAmerica-a – Kelly,R.B. *et al* - – Petition for Rulemaking 5.850-5.925 Ghz – May 19, 1997 – obtido de www.its.dot.gov/tcomm/petitN10.htm#Summary em 11/3/2003
 - 98) ITSinternational-a; Flight or Fancy? – ITSinternational - p 86-88 setembro/outubro de 1999
 - 99) Iwata T. *et al* – DSRC Communication System -
 - 100) Jacques,M.A P – Avaliação da Qualidade de Tráfego e da Circulação em Vias Arteriais Urbanas – Atividade 3 : Controle de Velocidade – etapa 6 – Universidade de Brasília – Fevereiro de 2004
 - 101) Jeanes, P. - Charge Ahead – Tolltrans – supplement 2003 – p 42-43
 - 102) Kallweit,T. – GPS, Microwaves Precise Swiss System – June 1, 2003 – obtido de www.gpsworld.com/gpsworld/ em 25/02/04
 - 103) Karlsson, U – Electronic Payment and Control Functions in The BESTYR Project – Mater Thesis – 2000

- 104) Karlsson, U - VPS CHARGING WITHOUT BIG BROTHER WATCHING YOU - THE BESTYR SYSTEM Congresso Internacional ITS . Turin 2001
- 105) Kelly. B.,R. et al – Petition of the Intelligent Transportation Society of America for Amendment of The Commission’s Rules to Add Intelligent Transportation Services (ITS) as New Mobile Service With Co-Primary Status in the 5.850 to 5.925 Ghz – Washington D.C. – May 19, 1997
- 106) Koy-Oberthur, R., Schmundt, D. – The Phantom Toll Booth – Traffic Technology International – Anual Review 2004 p 115-117
- 107) LBS Summary Analysis 97/1203)–obtido www.davidwilliams.com/pages em 30 de julho de 2003
- 108) LBS-a; Cellphones Fight Traffic in Helsink – LBS Market Development – Source: AP, Sillicon Valley, 7/17,2003 – obtido de www.davidwilliams.com/pages em 30 de Julho de 2003
- 109) LBS-b; New Functions for Cellphones – NY Times – By Sabra Chartrand – 6/4/2003; obtido de www.davidwilliams.com/pages em 30 de Julho de 2003
- 110) LBS-g – obtido www.locationservices.autodesk.com em 30 de julho de 2003
- 111) Licence Plate Recognition – A Tutorial obtido de www.licenceplaterecognition.com em 24/9/03
- 112) Light– obtido de www.glebrook.k12.il.us/gbssci/phys/class/waves em 4 de setembro de 2003
- 113) Lim, D.W. et al – Development of a Safety Belt Violation Enforcement System Using License Plate Reading 7th World Congress on ITS;6-9 november-2000, Turin
- 114) Low-Cost Tags for Vehicle ID – RFID Journal – obtido em 20 de dezembro de 2003 de www.rfidjournal.com/article/articleprint/348/-1/1/
- 115) Maas, P. – Tomorrow’s Parking Today Traffic Technology International – Anual Review 2004 – p 72-74
- 116) Magnetic Coupled Transponder System – Transponder News – obtido de www.transpondernews.com/magnetic.html em nov/2003
- 117) Manor, D. Smart Solution - ATIS data collection made easy. Traffic Technology International p.30-32 agosto/setembro de 2000
- 118) Market Assessment – 11/03/98 obtido em strategis.ic.gc.ca/ssg/dd74942e.html em 13/11/03

- 119) Meczes, R – Charged with Incompetence – Traffic Technology International – Aprl/May – 2004 – p 27-28
- 120) MegaPixel Ltd – obtido de www.photocop.com/products em 30/9/03
- 121) Michel, F,D *et al* - A Experiência Brasileira de Concessões de Rodovias – FIPE-LASTRAN 2003
- 122) Microwave ID Pays Off in The Distribution Chain – Transponder News – obtido em dezembro de 2003 de www.transpondernews.com/confiden.html
- 123) Milbert, D. – GPS ACCURACY MONITOR (Garmin 12XL) – 31-may-01 – obtido de mywebpages.comcast.net/dmilbert/handacc/accur.htm em 04/11/03
- 124) Minutes from FCC E911 Multi-Party Meeting – Federal Communication Commission – julho de 2000
- 125) Multiple Article Scanning - Transponder News – obtido de www.transpondernews.com/multitag.html em nov/2003
- 126) Najarian, P – Actively Proactive – Traffic Technology International – June/July – 2004 – p 39-41
- 127) Najarian,P. World in Union. Traffic Technology International. p. 23-26. junho/julho de 2000
- 128) National ITS Architecture-a – Executive Summary – Prepared by The Architecture team for Federal Highway Administration – US Department of Transportation – october 2003 – Washington DC
- 129) National ITS Architecture-b – Mission Definition – Prepared by The Architecture team for Federal Highway Administration – US Department of Transportation – october 2003 – Washington DC
- 130) National ITS Architecture-c – ITS Vision Statement – Prepared by The Architecture team for Federal Highway Administration – US Department of Transportation – october 2003 – Washington DC
- 131) Nelson, L.J. – License Plate Recognition obtido de www.photocop.com em 30/9/03
- 132) Number Plate Recognition System – obtido de espresso.ee.sun.ac.za em 24/09/03
- 133) Ohreneder,C.;Kapsch, A G - Weight Gains - Traffic Technology International p 68-70 agosto/setembro de 2000
- 134) Oldenburger, A , Koningsbruggen, P H – Electronic Vehicle Identification, The

Foudation for ITS Services

- 135) Oliveira,S.R.M. *et al* – Fatores Criticos de Sucesso e a Necesssidade de Informação em Projetos de Parcerias Público-Privadas em Infra-estrutura de Transporte XVII ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte – p 1385-1396
- 136) Osório, F – Redes Neurais – Aprendizado Artificial – Forum de IA 99
- 137) PASSO – GSM/GPS – based ITS services (GERMANY) obtido em www.ertico.com/its_basi/succstor/passo.htm em 26 de junho de 2003
- 138) Pearce, V. Filtering Through - Traffic Technology International p 22-24 agosto/setembro de 2000
- 139) Pernstich, P. A Public Show of Affection - ABL: automatic bus location Traffic Technology International - annual review 2000
- 140) Picco, A – Probing Genoa – ITS international Vol10 issue 3 May/June 2004 – p. 41-42
- 141) Pickford, A – Pay Time – Traffic Technology International – Anual Review 2004 p 82-86
- 142) Progress of ITS Development in Japan and in the World – ARIB – Sapporo, Japan – 29 august – 1 september 2000
- 143) Questions and Answers – FCC Approval of Radio Band for ITS Program – october 21,1999 – obtido em www.its.dot.gov/tcomm/specqa.htm em 20/02/2004
- 144) Range Versus Power and Frequency For Passive Electric Coupled Tags- Marsh, M. – Transponder News – obtido de www.transpondernews.com/freqpwr.html em 21 de novembro de 2003
- 145) Reference Guide – 32 mm Glass Transponder – May 2000 – obtido de www.ti-rfid.com em dez de 2003
- 146) Resende, E. – A CIDE eas Estradas do Brasil – fev 2003 – Brasília – obtido de www.abceconsultoria.org.br
- 147) Road to Vehicle Communications via DSRC: The AIDA System – ADASE – February 2003 – Paris
- 148) Rocha, J. A M R GPS Uma Abordagem Prática - 3º edição - Ed Bagaço - 2002
- 149) Rodrigues, M.E.C. – Aspectos de Rádio-Propagação – Parte da Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Elétrica – PUC-Rio – abril de 2000 –

- obtido em <http://wirelessbr.sites.uol.com.br> em 5 de julho de 2003
- 150) Rodrigues, M.E.C.- Telefonia Celular – Parte da Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Elétrica – PUC-Rio – abril de 2000 – obtido em <http://wirelessbr.sites.uol.com.br> em 5 de julho de 2003
 - 151) Rossetti, M. , Baker, Jeff – Applications and Evaluation of Automated License Plate Reading Systems – ITS World Congress – Junho 2001 - Miami
 - 152) Roth-a, G – US Takes to EFC – World Highway p 61-62 – november/december – 2003
 - 153) Roth-b, G – US Warns to EFC – ITSinternational Magazine – november/december 2003 – p 43-46
 - 154) Rummel, M – Germany collects its winnings – Tolltrans – supplement 2002 – p 52-54
 - 155) Rupprechet,W.S. – Post AS GPS Accuracy Measurements – obtido em www.wsrcc.com/wolfgang/gps/accuracy.html em 4/11/2003
 - 156) Sá, V B C – CONTRIBUIÇÃO À APLICAÇÃO DOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES NO GERENCIAMENTO DE ESTACIONAMENTO – Tese de Mestrado – UFRJ/COPPE/PET – abril de 1999 – Rio de Janeiro
 - 157) SAATY, t 1 – Método da Análise Hierárquica – Universit of Pennsylvania – tradução e revisão técnica: Wainer da Silveira Silva – Editora McGraw-Hill – 1991 - S. Paulo
 - 158) Samuel, P – Toll Agencies Insist Standard Embrace Existing E-Toll Systems – obtido em 13 de novembro de 2003 de www.itsonline.com/dsrc_ps.html
 - 159) Satélites disponível em < www.alphatelecom.ru > acesso 20 de maio de 2003
 - 160) Satellites Contents disponível em < www.decodesystems.com/satellites.html > acesso em 10 de junho de 2003
 - 161) SATELLITES; SATELLITES ACRNYMS OF THE ORBITS disponível em < www.magnet.oma.be/sevem/acronym-Orbit.html > acesso em 10 de junho de 2003
 - 162) Satellititit - Órgão de Divulgação da AUTOTRAC COMÉRCIO e TELECOMUNICAÇÕES S/A - Edição Especial de lançamento – número 1 – 2002 Comunicação Móvel de Dados - Monitoramento e Rastreamento de Frotas disponível em < www.autotrac.com.br > acesso em 28 de maio de 2003

- 163) Sayeg,P – If Thruth Be Tolled – Tolltrans – Traffic Technology International Supplement 2003 – p 4-7
- 164) Schreiber,F. *et al* - SIM CARD – GSM – obtido em www.teleco.com.br em 17 de julho de 2003
- 165) Segurança e Agilidade com Captura Automática de Dados em sua Cadeia Logística – obtido em 30/nov/03 de www.guiadelogistica.com.br/ARTIGO7.html
- 166) Single bit/ready only/read-write, smart cards and RFDC - Transponder News – obtido de www.transpondernews.com/readwrit.html em nov/2003
- 167) Singles pay premiuns on I-15 HOV lanes – ITSinternational p 19 – March/April 1997
- 168) SNAP TRACK PRODUCTS – Client Technology – obtido de www.snaptrack.com/products em 11 de julho de 2003
- 169) SNAP TRACK PRODUCTS – System Description – obtido de www.snaptrack.com/products em 11 de julho de 2003
- 170) SNAP TRACK PRODUCTS – The Benefits of Location – obtido de www.snaptrack.com/products em 11 de julho de 2003
- 171) SNAP TRACK PRODUCTS – The E9-1-1 Challenge: Meeting the Public Safety Mandate – obtido de www.snaptrack.com/products em 11 de julho de 2003
- 172) SNAP TRACK PRODUCTS – The Snap Track Advantage – obtido de www.snaptrack.com/products em 11 de julho de 2003
- 173) Sound – obtido de www.glebrook.k12.il.us/gbssci/phys/class/waves em 4 de setembro de 2003
- 174) Strachan, I. - GPS SYSTEM ACCURACY AFTER 1 MAY 2000, SOME UK TESTS -WITHOUT DGPS AND AS OFF – 4 may 2000 -
- 175) Strathman, J.G. *et al* – Service Reliability Impacts of Computer Aided Dispatching and Automatic Vehicle Location Technology a TRI-MET Case Study – Transportation Quartely, vol 54 n° 3 – 2000
- 176) Stumpf, M T, Jacques, M A P – Estudos de Velocidade Veicular nas Proximidades das Barreiras Eletrônicas Implantadas em Vias Urbanas – XII ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em transportes – Novembro / 1998 – Fortaleza

- 177) Syscan Unveils Tags for Metal Objects – RFID Journal – obtido em 20 de novembro de 2003 de www.rfidjournal.com/article/articleprint/39/-1/1/
- 178) Tachikawa, K – Dedicated Short Range Communication for ITS – Trends in Research, Development and Standardization – Special Edition on ITS - Sepember 2001
- 179) TAG-a – How does transponders work? – obtido de www.drdetailshop.com/transponderworks.html em novembro de 2003
- 180) TAG-b - AIM WP-98/002R – A Radio Frequency Identification – RFID – A basic primer – obtido em dezembro de 2003 de www.aimglobal.org
- 181) TAG-c – Transponders News – HOW RFID SYSTEMS WORK - obtido de www.transpondernews.com/newswrk.html em novembro de 2003
- 182) TAG-d – WHAT IS RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID)? – The Association for Automatic identification and Data Capture Technologies – AIM – obtido de www.aimglobal.org/technologies/rfid/what_is_rfid.htm em novembro de 2003
- 183) TAG-e - AIM FF 2000:001 VER1.0 AIM Frquency Forums – The Association of Automatic Identification and Data Capture Industry – July 2000
- 184) TAG-f – Transponders News – Staffan Gunnarsson – December, 1996 – obtido de www.transpondernews.com/confiden.html em novembro de 2003
- 185) TDS-Transport Data Systems – classification/license plate capture - obtido de www.transportdatasystems.com em 22/9/03
- 186) TDS-Transport Data Systems – license plate capture system – obtido de www.transportdatasystems.com em 22/9/03
- 187) TDS-Transport Data Systems – license plate recognition - obtido de www.transportdatasystems.com em 22/9/03
- 188) TDS-Transport Data Systems – violation enforcement systems - obtido de www.transportdatasystems.com em 22/9/03
- 189) TEGARON – GSM/GPS – based ITS service (Germany) – obtido de www.ertico.com/its_basi/succstor/tegaron.htm em 26 de junho de 2003
- 190) TI-RFID Product Manuals – Terms & Abbreviations – november 2001 – Texas Instruments – obtido de www.ti-rfid.com em dez/2003

- 191) TravelPilot – Static Route Guidance (Europe) – obtido de www.ertico.com/its_basi/succstor/travelpi.htm em 26 de junho de 2003
- 192) Trondsen, J. , Kjonigsen, G – Fully Automatic – free-flow tolling in Norway – ITSinternational p. 48-49 november/december 2003
- 193) Tude, E. – AMPS/TDMA (IS-136): Arquitetura – obtido em www.teleco.com.br em 3 de julho de 2003
- 194) Tude, E. – CDMA: Arquitetura – obtido em www.teleco.com.br em 3 de julho de 2003
- 195) Tude, E. – GSM: Arquitetura – obtido em www.teleco.com.br em 3 de julho de 2003
- 196) Vehicle Transponder Anti-Theft System – How does it work? Obtido em 13 de novembro de 2003 de www.drdetailshop.com/transponderworks.htm
- 197) VERA Video Enforcement for Road Authorities – European Commission Telematics Application – Programme Transport Sector – VERSION 6 - nov 99
- 198) Viegas, J. – Tolling Heavy Goods Vehicles on European Road: From a diverse set of solutions to interoperability? – Second Seminar of IMPRINT-EUROPE Thematic Network: “Implementing Reform on Transport Pricing: Identifying Mode-Specific Issues – Brussel, 14th/15th May 2002
- 199) VMS-based display of travel times (Paris, France) – obtido de www.ertico.com/its_basi/succstor/vms-base.htm em 26 de junho de 2003
- 200) Volpe, J A – Vulnerability Assessment of The Transportation Infrastructure Relying on The Global Positioning System – Final Report – prepared for U.S. Department of Transportation – August, 2001
- 201) Walton, J. R., Cratree, J.D. – remote monitoring, an innovative approach to commercial vehicle enforcement
- 202) Waves – obtido de www.glebrook.k12.il.us/gbssci/phys/class/waves em 4 de setembro de 2003
- 203) What are Transponders - Transponder News – obtido de www.transpondernews.com/rfidbasi.html em nov/2003
- 204) What is Radio Frequency Identification (RFID)? – obtido de www.aimglobal.org/technologies/rfid em 2 de dezembro de 2003
- 205) Where buses get priority treatment Edinburgh leads the way with its RFID bus priority system to help reduce congestion and speed up traffic – disponível em

- www.aimglobal.org/technologies/rfid/casestudy em 2 de dezembro de 2003
- 206) Wireless Car Navigation System for Fiat Punto – obtido de www.cellularworld.ie/newsletter em 31/7/03
- 207) Yeazel, J. – Magellan SporTrak Pro GPS Receiver – Review – 20/Jan/2003 – obtido em gpsinformation.net/mgoldreview em 18/02/04
- 208) Zamir Recognition Systems Ltd – obtido de www.zamir.co.il em 26/09/03
- 209) Zuckerman, A. Personal services - Commercial entities promote ITS functions Traffic Technology International p 51-55 junho/julho de 2000
- 210) Zurstrassen, L. – LBS – Location-Based-Service – obtido em <http://wirelessbr.sites.uol.com.br> em 8 de julho de 2003

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)